

实用电路手册

王俊峰 等编著



实用电路手册

王俊峰 等编著



机械工业出版社

本书共分 27 章, 包括家用电器电路、机床电路、电子定时电路、电动机控制电路、仪表测量电路、测量电路、工矿企业常用电路、农业常用电路、声光控制电路、节约能源电路、信号与显示电路、交直流稳压电源电路、报警电路、安全保护电路、供电配电电路、照明电路、调速电路、遥控电路、广告创意电路、建筑电路、无线通信电路、环保美化电路、除害电路、保健电路、单片机控制电路、可编程序控制电路、计算机控制电路。

本书突出实用性, 取材于生产第一线, 应用于生产实际, 为广大读者提供了学习、参考的宝贵资料。

本书可供科研单位、设计部门、高等院校、企业单位在科学研究、开发设计产品、毕业设计、电子制作时参考使用, 也可供广大电子爱好者阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用电路手册/王俊峰等编著. —北京: 机械工业出版社, 2009.12(2010.10重印)
ISBN 978-7-111-28151-1

I. 实… II. 王… III. 电路—技术手册 IV. TM13-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 151284 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 吉 玲 责任编辑: 赵玲丽 林 桢

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈延翔

封面设计: 姚 毅 责任印制: 乔 雨

三河市宏达印有限公司印刷

2010年10月第一版第2次印刷

184mm×260mm·41.25 印张·1387 千字

3001—5000册

标准书号: ISBN 978-7-111-28151-1

定价: 88.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是为满足广大设计者、使用者、学习爱好者的需要，根据当前各行各业中科技的现状和发展而编写的。

任何电路方面的发明创造都是以基本参考电路为起点的，加上自己的灵感和巧妙的思维方法，成果就会脱颖而出。

当你为了设计电路，到处寻找参考资料时，当你冥思苦想束手无策时，本书中的 1000 多个不同的电路将供你选择，方便、快捷地为你的开发、设计、应用提供参考电路，各种各样的电路为你的成功助上一臂之力。

本书共有 27 章，包含了从家用电器电路到无线通信电路，从工矿企业常用电路到农业常用电路，从供电电路到配电电路，从交流电源电路到直流电源电路，从一般控制电路到遥控电路，从单片机控制电路到计算机控制电路，从传统控制电路到 PLC 控制电路，从仪表电路到测量电路，从机床电路到电子定时电路，从健康保健电路到环保美化电路，从建筑电路到装修电路，从照明电路到信号显示电路，从光电控制电路到调速电路，从报警电路到安全保护电路，从节约能源电路到广告创意电路等 1000 多个电路。

本书由王俊峰编写第 1、2、4、5、14 章，河南师范大学吴慎山编写第 6、15 章，雷万忠编写第 3 章，河南师范大学史水娥编写第 26 章，河南师范大学郭彩霞编写第 17、21 章，集美大学计算机工程学院张子栋编写 24、27 章，郭爱民编写 7~9 章，王娟编写 11、12 章，李建军编写第 13 章，薛素云编写第 20 章，姜红编写第 18、19 章，国家纳米技术与工程研究院吴东芳编写第 23 章，吴杰编写第 22 章，陈军编写第 15 章，马备战编写第 10、16 章，薛斌编写第 25 章。

参加本书编写的还有张军、陈东明、张玉生、李传光、薛鸿德、薛迪强、薛迪胜、薛迪庆、杨桂玲、陈建强、李晓芳、李秀玲、王芳、申杰奋、杜川、马超、高峥、陈艳萍、李晓媛、高继贤、连林明、杨红文、任惠、张晓玫等。

本书可供科研单位、设计部门、高等院校、企业单位在科学研究、开发设计产品、毕业设计、电子制作时参考使用，也可供广大电子爱好者阅读。

由于时间仓促，加上作者水平所限，书中难免有不足之处，欢迎读者提出宝贵意见。

编者

2009 年 7 月

目 录

前言

第 1 章 家用电器电路	1
1. 微波炉电路	1
2. 电吹风电路	1
3. 电热梳电路	2
4. 电风扇电路	2
5. 双缸洗衣机电路	2
6. 全自动洗衣机电路	3
7. 半自动双缸洗衣机电路	4
8. 电热水瓶电路	4
9. 电动窗帘电路	5
10. 冷热饮水机电路	5
11. 电热毯调温电路	6
12. 六管超外差收音机电路	7
13. 微型收音机电路	8
14. 黄河 741 收音机电路	9
15. 集成调幅调频收音机电路	9
16. 电烤箱电路	10
17. 电动剃须刀电路	11
18. 抽油烟机电路	11
19. 充电器电路	11
20. 电磁炉电路	12
21. 电饭锅电路	13
22. 电脑电饭锅电路	13
23. 电源插座电路	14
24. 电炒锅电路	14
25. 电热壶电路	14
26. 电烤炉电路	15
27. 电动自行车电路	15
28. 吸尘器电路	16
29. 电热毯电路	17
30. 电熨斗电路	17
31. 电加热饮水机电路	17
32. 电暖器电路	18
33. 电动按摩器电路	19
34. 冷暖两用空调器电路	19
35. 电冰箱电路	20
36. 电冰箱断电保护器电路	20
37. 卫生间自动干手器电路	21
38. 太阳能热水器供水电路	21
39. 电子捕鱼器电路	22
40. 电子灭蚊器电路	22

41. 有线电视增加接收频道电路	22
42. 电子消毒柜电路	23
43. 电动缝纫机电路	23
44. 双向对讲机门铃电路	24
45. 家用语音录放电路	24
46. 燃气烟道式热水器电路	25
47. 卫生间自动冲水电路	25
48. 电子可视门铃电路	26
49. 西瓜生熟判别器电路	26
50. 电饭锅温度控制电路	27
51. 家用密码锁电路	28
52. 电子表电路	28
53. 家用音乐验电笔电路	28
54. 停电应急灯电路	29
55. 留言机电路	30
56. 电热水器温度调节电路	31
57. 分体式空调器电路	33
58. 微电脑空调器控制电路	35
59. 洗衣机程序控制电路	36
60. 九阳豆浆机电路	37
61. 美的豆浆机电路	38
62. 宠物自动喂养电路	39
63. 亿高食品消毒柜电路	39
64. 数码相机电路	40
第 2 章 机床电路	42
1. C650 型卧式车床电路	42
2. CW6163B 型车床电路	42
3. M7120 型平面磨床电路	43
4. M7475 型平面磨床电路	44
5. M7475 型立轴圆台平面磨床 电磁吸盘充、去磁电路	46
6. X8120W 型万能工具铣床电路	47
7. Z35 型摇臂钻床电路	47
8. Z3040 型钻床电路	49
9. Z525 型立式钻床电路	51
10. 龙门刨床控制电路	51
11. 双面液压传动组合机床电路	52
12. 起重机电路	54
13. 滚齿机电路	55
14. 空气压缩机电路	56
15. 电焊机电路	56
16. 电葫芦电路	57

17. 砂轮机电路·····	57	30. 电热毯、电饭锅定时电路·····	83
18. 铲车电路·····	58	31. 多点控制走廊定时灯电路·····	84
19. 机械扳手控制电路·····	59	32. 暗房曝光定时灯电路·····	84
20. 喷漆机械手电路·····	59	33. 鱼缸间歇充氧定时器电路·····	85
21. 具有反向工作进给的机械动力 滑台控制电路·····	60	34. 由石英电子钟集成电路组成的 定时电路·····	86
22. 带定位夹紧的一次进给系统控制电路·····	61	35. 双表控制的晶闸管定时器电路·····	86
23. 小型机械传动回转工作台控制电路·····	61	36. 由 PUT 等构成的定时电路 ·····	86
24. 液压回转工作台控制电路·····	62	37. 由 PUT 等构成的 30s 定时电路 ·····	87
25. 木工机床电路·····	63	38. 由 PUT 等构成的重复定时电路 ·····	87
26. 数控车床进给电路·····	63	39. 由 PUT 等构成的放电式单触发 定时电路·····	88
第 3 章 电子定时电路 ·····	71	40. 由 2 个 PUT 等构成的改进型单触发 定时电路·····	88
1. 555 开机延时输出高电平电路 ·····	71	41. 电源接通时复位定时电路·····	88
2. 555 开机延时输出低电平电路 ·····	71	42. 电源接通时置位定时电路·····	89
3. 555 单稳态触发式定时电路 ·····	71	43. 定时关交流电源电路·····	89
4. 555 构成的基本定时电路 ·····	72	44. 低功耗定时开关电路·····	90
5. 顺序定时电路 ·····	72	45. 定时控制器电路 (一) ·····	90
6. 555 构成的长时间定时电路 ·····	72	46. 定时控制器电路 (二) ·····	92
7. CMOS 的 555 (ICM7555) 构成的 定时电路 ·····	73	47. 定时控制器电路 (三) ·····	93
8. 重复式定时电路 ·····	73	48. 定时控制器电路 (四) ·····	94
9. 556 组成的 4h 定时电路 ·····	74	49. 定时控制器电路 (五) ·····	95
10. 555 触摸定时开关电路 ·····	74	50. 定时控制器电路 (六) ·····	96
11. 采用±15V 电源的 NE555 定时电路 ·····	75	第 4 章 电动机控制电路 ·····	98
12. 由 555 构成的保护视力定时器电路·····	75	1. 三相异步电动机点动控制电路 ·····	98
13. 通用多功能报警和定时器 (555) 电路 ···	75	2. 三相异步电动机连续运行控制电路 ·····	98
14. 4h 的交流电源定时器 (555、BH4024) 电路 ·····	76	3. 三相异步电动机顺序控制电路 ·····	98
15. 利用场效应晶体管驱动的定时 闪光电路·····	76	4. 三相异步电动机的正反转控制电路 ·····	99
16. 由 TC4013 等构成的定时电路 ·····	77	5. 三相异步电动机的双重互锁控制电路 ·····	99
17. 由 TC4013 和模拟开关 TC4066 构成的 可编程定时电路·····	78	6. PLC 控制电动机正反转电路 ·····	100
18. 高可靠通用定时器 (CC4518、CC4001) 电路·····	78	7. 三相异步电动机行程控制电路·····	100
19. 采用 CD4060B 构成的高可靠通用定时器 电路·····	79	8. 单台三相异步电动机时间控制电路·····	101
20. 由光敏二极管等构成的触发定时电路·····	79	9. 两台电动机延时控制电路·····	101
21. 长时间定时电路·····	79	10. 定子串电阻减压起动控制电路 ·····	102
22. 由 LM106 等构成的长时间定时电路 ·····	80	11. Y-△减压起动控制电路 ·····	103
23. 使用 LM122 的 1h 定时器电路 ·····	80	12. 电动机串电抗减压起动控制电路 ·····	103
24. 低功耗的 60min 定时电路 ·····	81	13. 延边三角形减压起动控制电路 ·····	103
25. 采用 HD14538 构成的定时电路 ·····	81	14. 电动机自动往返控制电路 ·····	104
26. 数字抢答器定时电路·····	81	15. 电动机的倒顺开关控制电路 ·····	104
27. 摩托车制动灯延时熄灯电路·····	82	16. 电动机顺序起动单独停止控制电路 ·····	104
28. 吊扇电子定时器电路·····	82	17. 电动机顺序起动点动控制电路 ·····	105
29. 电饭锅预置断电定时器电路·····	83	18. 电动机延时起动控制电路 ·····	105
		19. M1 起动 M2 延时起动并停止 M1 控制电路 ·····	105
		20. 两台电动机顺序起动停止控制电路 ·····	106
		21. 两台电动机分别起动停止和同时	

启动停止控制电路	106	15. 电动系电流表电路	127
22. 电磁制动控制电路	106	16. 直流电压表和电流表连接电路	127
23. 反接制动控制电路	107	17. 交流电压表电路	128
24. 能耗制动控制电路	107	18. 交流电流表电路	128
25. 直流电动机的正反转控制电路	108	19. 欧姆表电路	128
26. 直流电动机反接制动电路	108	20. 晶体管测量仪电路	128
27. 直流电动机能耗制动电路	108	21. 电容测量仪电路	129
28. 能发出起停信号的控制电路	109	22. 电感测量仪电路	130
29. 自动切换的两台电动机按顺序启动、 逆序停止电路	109	23. 晶体管耐压测量仪电路	131
30. 三相绕线转子异步电动机控制电路	110	24. 单相功率因数测量仪电路	132
31. 自动延时起动的运行电路	110	25. 电缆断裂处测量仪电路	132
32. 用直流继电器控制的Y-△减压启动 控制电路	110	26. 电机短路测量仪电路	132
33. 防止两地误操作的控制电路	111	27. 元件耐压测量仪电路	133
34. 间歇控制电路	111	28. 导线断路测量仪电路	134
35. 电动阀门电动机控制电路	111	29. 光耦合心电图测量仪电路	134
36. 电动机多重联锁可逆电路	112	30. 4½位智能电压表电路	134
37. 长时间停电来电告知自动启动 控制电路	113	31. 数字式应变仪电路	135
38. 短时间停电来电告知自动启动 控制电路	113	32. 热电偶测温仪电路	136
39. XJ01 型自动启动补偿控制电路	114	33. 自行车车速表电路	136
40. 晶闸管 SMC 无触点减压启动电路	114	34. 空气湿度测量仪电路	137
41. 伺服电动机控制电路	115	35. 浓度计量仪电路	137
42. 步进电动机控制电路	115	36. 转速表电路	137
43. 同步电动机异步启动电路	116	37. 用毫安表组成的电阻表电路	138
44. 固定电源相序的控制电路	117	38. 用毫安表组成的交流电压表电路	138
45. 自耦变压器减压启动控制电路	117	39. 绝缘耐压测试仪电路	139
46. 电动机准确定位控制电路	118	40. 热继电器检测仪电路	139
47. △-Y转换双速电动机控制电路	118	41. 食物腐败测量仪电路	139
48. 直流电动机串电阻启动电路	119	42. 多功能导电能力测试仪电路	141
第 5 章 仪表测量电路	120	43. 粮食水分分析仪电路	141
1. 钳形电流表电路	120	44. 带温度补偿的温度仪电路	142
2. 绝缘电阻表电路	120	第 6 章 测量电路	143
3. 电能表电路	121	1. 单相功率的测量电路	143
4. MF-52 型指针式万用表电路	121	2. 三相功率的测量电路	143
5. MF-500 型万用表电路	122	3. 三相对称负载的无功功率测量电路	143
6. MF-47 型万用表电路	122	4. 负载功率因数测量电路	144
7. 数字万用表电路	123	5. 三相交流电检测电路	144
8. 有功功率表电路	125	6. 绝缘电阻表测量电路	144
9. 功率表的接线电路	125	7. 单相电能表的测量电路	145
10. 无功功率表电路	125	8. 三相电能表的测量电路	145
11. 焊点测量仪电路	126	9. 万用表直流电流测量电路	145
12. 电压互感器电路	126	10. 万用表直流电压测量电路	146
13. 电流互感器电路	126	11. 万用表交流电压测量电路	146
14. 电动系电压表电路	126	12. 万用表直流电阻测量电路	147
		13. 相序测量指示电路	147
		14. 电感线圈短路测量电路	147
		15. 接触电阻测量电路	148
		16. 压力测量电路	148

17. 土壤湿度检测电路	149	8. 药瓶流水线计数电路	179
18. 红外线人体探测电路	149	9. 化学制剂搅拌机电路	181
19. 超声波测距电路	150	10. 特别危险禁区提示电路	182
20. 超声波直接探测电路	150	11. 流水线堵料监视电路	183
21. 下雨检测电路	151	12. 流水线断料监视电路	183
22. 电感测厚电路	151	13. 工业机器人电路	184
23. 温度测量电路	152	14. 玻璃瓶计数器的光电转换遥控电路	186
24. 电热毯内部断线测量电路	153	15. 工业多功能环保电路	186
25. 湿度测量电路	153	16. 陀螺放大电路	187
26. 粮食湿度检测器电路	153	17. 织袜机故障停车电路	187
27. 差动变压器测量电路	154	18. 色选机电路	188
28. 多路温度巡回检测控制电路	154	19. 彩色传感器的放大电路	188
29. 压力传感器测量电路	156	20. 辨别三基色电路	189
30. 过电压检测电路	156	21. 信号处理电路	189
31. 单片机测量电路	156	22. 毛巾机故障检测电路	189
32. 加速度测量电路	157	23. 峰值电压采样保持电路	190
33. 压电式传感器测量电路	159	24. 平网印花机信号联络电路	190
34. 电容式液位测量电路	159	25. 煤位自动跟踪电路	191
35. 机制砖瓦湿度测量电路	160	26. 炉温调节电路	192
36. 金属测量电路	160	27. 水塔自动供水电路	193
37. 机床维修轴承故障检测电路	161	28. 塑料热合机电路	193
38. 高压测量电路	161	29. 塑料袋封口机电路	194
39. 声速测量电路	162	30. 由晶闸管构成的塑料封口机电路	195
40. 司机喝酒检测电路	163	31. 工业生产防抖动电路	195
41. 纸张厚薄检测电路	164	32. 开关信号输入接口电路	196
42. 搭页光电检测电路	164	33. 开关信号输出接口电路	196
43. 印刷机光电断纸检测电路	165	34. 喷漆机械手的定位控制电路	197
44. 车胎漏气测量仪电路	165	35. 台板套色印花机电路	198
45. 驻极体传声器的性能测量电路	166	36. 恒温电烙铁电路	199
46. 温度测量电路	167	37. 纸张厚度测量器电路	200
47. 在线电流测量电路	167	38. 暖气集中供热电路	201
48. 恒温测量电路	168	39. 交通路口彩灯转换电路	202
49. 墙内导线探测电路	168	40. 印刷厂速印机电路	203
50. 电容接近式感应检测电路	169	41. 工业锅炉除垢电路	203
51. 集成电路电容感应检测电路	169	42. 工业产品推销导购电路	204
52. 热释电红外灯光自动控制电路	170	43. 微波控制电路	205
53. 热释电自动门控制电路	171	44. 水质鉴别电路	206
54. 热敏电阻温度测量电路	171	45. 班产量统计电路	207
55. 热电偶温度测量电路	171	46. 电磁铁控制电路	208
第 7 章 工矿企业常用电路	172	47. 汽车车窗控制电路	208
1. 电子绕线机电路	172	48. 染纱机自动控制电路	209
2. 工业静电消除电路	173	49. 汽车集成电路调节器电路	210
3. 工程定向爆破电路	173	50. 解放牌 CA1092 汽车无触点电子 点火电路	210
4. 工业锅炉电路	174	51. 纸张张力控制电路	211
5. 织布机电路	176	52. 印刷厂单色胶印机电路	212
6. 纺织整经机电路	177	53. 印刷机双张纸控制电路	213
7. 工业常用点火机电路	178		

54. 自动切纸机电路	213	6. 光电跟踪控制电路	242
55. 骑马联动订书机电路	214	7. 光电开关控制电路	242
56. 坏书不装订电路	216	8. 光电池触发控制电路	242
57. 误踩油门紧急制动电路	217	9. 光电池放大控制电路	243
58. 锅炉控制电路	217	10. 灯光明暗转换电路	243
59. 霍尔汽车点火器电路	218	11. 开门告知器电路	243
60. 汽车玻璃冰雪融化电路	218	12. 双向电子音乐门铃电路	244
61. JS20 单结晶体管时间继电器 电路	218	13. 石英钟声电路	244
62. JSJ 型晶体管时间继电器电路	219	14. 节约水电红外控制电路	244
63. 时间控制电路	219	15. 集光、磁、触摸控制为一体的遥控器	246
64. 超声波钻孔机电路	220	16. 晶体管声控放大电路	247
65. 超声波防碰撞电路	221	17. 场效应晶体管声控放大电路	248
第 8 章 农业常用电路	222	18. 红外线控制调光电路	248
1. 农村常用临时电路	222	19. 声控报时电路	249
2. 农村灌溉电路	222	20. 光控夜光照明电路	249
3. 农村排涝电路	223	21. 光电闪烁灯电路	250
4. 土壤缺水提示电路	224	22. 光电控制烘手电路	251
5. 农村沼气检测电路	224	23. 光电控制温度电路	251
6. 家禽孵化温度控制电路	225	24. 光电控制鸟鸣电路	251
7. 养殖应用电路	225	25. 光电控制玩具车电路	252
8. 温室大棚地温度控制电路	227	26. 光电声转换电路	252
9. 农用电犁电路	228	27. 光电控制电话灯电路	253
10. 农用喷药杀虫电路	228	28. 光电控制天气预报电路	253
11. 播种机堵塞排除电路	229	29. 光电故障寻迹器电路	254
12. 秸秆还田粉碎机控制电路	229	30. 光电转换计数电路	254
13. 电动机改接发电机电路	230	31. 光控灯笼电路	254
14. 农用小型拖拉机照明电路	230	32. 光控音乐集成电路	255
15. 农村蔬菜大棚照明电路	230	33. 光电调光调温电路	255
16. 农村养鱼控制电路	231	34. 自动控制加湿器电路	256
17. 养鱼恒温控制电路	232	35. 智力竞赛数字抢答器电路	257
18. 养鸡补光提高产蛋率电路	232	36. 儿童玩具机器猫电路	257
19. 农作物防霜冻电路	232	37. 摩托车闪光灯电路	258
20. 稻谷碾米机电路	233	38. 光电选纸机电路	258
21. 花生瓜子烘炒机电路	233	39. 亮度计电路	259
22. 禽蛋孵化电路	234	40. 比色计电路	259
23. 鱼塘增氧提醒电路	235	41. 光电控制催眠曲电路	260
24. 农村舞台高效扬声电路	235	42. 光控淋浴器电路	260
25. 土壤含量测量电路	236	43. 光控自动窗帘电路	261
26. 农用温度控制电路	237	44. 电子自动点火电路	262
27. 农村广播布线电路	239	45. 分币猜面游戏电路	262
第 9 章 声光控制电路	240	46. 声控玩具车电路	263
1. 手机照相机闪光灯控制电路	240	47. 智能型声控娃娃电路	264
2. 数码照相机闪光灯控制电路	240	48. 灵敏光控开关电路	265
3. 铃声控制电路	240	49. 光触发开关电路	266
4. 鸡场光电控制电路	240	50. 调制型光电传感器应用电路	266
5. 电子节拍控制电路	241	第 10 章 节约能源电路	268
		1. 布机节电自动开关电路	268

2. 电熨斗节电电路·····	268	15. 故障信号跳闸电路·····	291
3. 荧光灯节能电子镇流器电路·····	268	16. 电源相序显示电路·····	291
4. 电烙铁节电电路·····	269	17. 设备运行过程显示电路·····	292
5. 限电器电路·····	269	18. 电源断相显示电路·····	292
6. 卫生间节水电路·····	270	19. 客人来访信号识别电路·····	293
7. 白炽灯节电电路·····	270	20. 计数译码显示电路·····	293
8. 简易负载限电电路·····	271	21. 三基色显示电路·····	294
9. 电动缝纫机节电电路·····	271	22. 彩色电视机彩色模拟显示电路·····	294
10. 电热毯节电电路·····	271	23. 音频高频发生器电路·····	295
11. 交流接触器无声运行电路·····	272	24. 高低频信号发生器电路·····	295
12. 提高照明功率因数电路·····	272	25. 电平指示电路·····	296
13. 电流型防窃电电路·····	273	26. 彩色传感器的辨色电路·····	296
14. 功率型防窃电电路·····	273	第 12 章 交直流稳压电源电路·····	297
15. 电磁型防窃电电路·····	274	1. 半波整流电路·····	297
16. 机床空载自停节电电路·····	274	2. 全波整流电路·····	297
17. 电焊机空载自停电路·····	274	3. 桥式整流电路·····	297
18. 电容降压节电电路·····	275	4. 二倍压整流电路·····	298
19. 定时调光微光照明节电电路·····	275	5. 三倍压整流电路·····	298
20. 人走自动关灯电路·····	276	6. 六倍压整流电路·····	299
21. 荧光灯节电电路·····	277	7. 相敏整流电路·····	299
22. 直流电点燃荧光灯电路·····	278	8. 晶闸管可控整流电路·····	300
23. 低温低压下点燃荧光灯电路·····	278	9. 6V、9V 可调整流电路·····	300
24. 光敏电阻延时节电开关电路·····	278	10. 三相可控整流电路·····	301
25. 声音控制节电开关电路·····	279	11. 单结晶体管触发电路·····	301
26. 布机空载自停节电电路·····	280	12. 锯齿波移相触发电路·····	301
27. 电动缝纫机节电电路·····	280	13. 电源滤波电路·····	302
28. 光电控制节电电路·····	281	14. 电容滤波电路·····	302
29. 节水电路·····	281	15. 电感滤波电路·····	303
30. 汽车电子节油器电路(一)·····	282	16. 复式滤波电路·····	303
31. 汽车电子节油器电路(二)·····	282	17. RC 滤波电路·····	304
32. 摩托车电子节油电路·····	283	18. 并联稳压电源电路·····	304
33. 电视机节电电路·····	284	19. 并联直流稳压电源电路·····	304
第 11 章 信号与显示电路·····	285	20. 分立元器件稳压电源电路·····	305
1. 正弦信号发生器电路·····	285	21. 串联稳压电源电路·····	305
2. 方波发生器电路·····	285	22. 三端固定稳压电源电路·····	306
3. 锯齿波发生器电路(一)·····	286	23. 正、负直流稳压电源电路·····	307
4. 锯齿波发生器电路(二)·····	286	24. 三端可调集成稳压电源电路·····	307
5. 方波-三角波产生器电路·····	286	25. 声光报警的直流稳压电源电路·····	308
6. 家电维修信号发生器电路·····	287	26. 开关稳压电源电路·····	308
7. 小型电流发生器电路·····	288	27. 输出 12V、2A 的直流稳压电源电路·····	309
8. 多种信号发生器电路·····	288	28. 蓄电池恒流充电电路·····	309
9. 变音信号发生器电路·····	288	29. 双电压可调稳压电源电路·····	310
10. 数码显示器电路·····	289	30. 小功率直流稳压电源电路·····	310
11. 液晶显示器电路·····	289	31. 大功率直流稳压电源电路·····	311
12. 数字秒表显示电路·····	290	32. 太阳能电源电路·····	313
13. 汽车转弯指示灯电路·····	291	33. 交流稳压电源电路·····	314
14. 摩托车闪光灯电路·····	291	34. 交流稳压器电路·····	314

35. 电源自动关断电路	315	35. 停电报警电路	339
36. 双路可调电源电路	316	36. 停电声光报警电路	339
37. 手机直插式充电电源电路	316	37. 家庭被盗电话自动报警电路	339
38. 激光器电源电路	317	38. 停电来电报警电路	340
39. 直流电源升压电路	318	39. 防盗报警电路	340
40. 触摸开关电源电路	318	40. 声控防盗报警电路	341
41. 感应自动开关电路	318	41. 防火防盗电话智能报警电路	342
42. 减流保护式稳压电路	318	42. 无线电感应式报警电路	343
43. 计算机交流电源监视电路	319	43. 病人呼叫报警电路	343
44. 由智能晶闸管模块组成的电源电路	319	44. 红外线防盗报警电路	344
45. 智能电源电路	320	45. 火灾烟雾报警电路	345
第 13 章 报警电路	324	46. 人手感应报警电路	345
1. 电子看门狗报警电路	324	47. 激光防盗报警电路	346
2. 花盆缺水报警电路	324	48. 人体感应自动“演讲”电路	346
3. 水开报警电路	325	49. 超温报警电路	347
4. 脉搏跳动声光报警电路	325	50. 水满报警电路	348
5. 车胎漏气报警电路	326	51. 煤矿瓦斯浓度超标报警电路	348
6. 电子多功能报警电路	327	52. 语言倒车集成报警电路（一）	348
7. 婴儿尿床提示保健电路	327	53. 语言倒车集成报警电路（二）	349
8. 婴儿尿床语音报警电路	327	54. 医用输液报警电路	349
9. 老人走失报警电路	328	55. 钱物遗忘报警电路	350
10. 家电防盗报警电路	328	56. 库房防盗报警电路	350
11. 电力线防盗报警电路	328	第 14 章 安全保护电路	352
12. 司机瞌睡报警电路	329	1. 保护接地电路	352
13. 可燃气体报警电路	329	2. 保护接零电路	352
14. 天然气（煤气）泄漏报警电路	330	3. 重复接地保护电路	353
15. 天然气灶熄火报警电路	330	4. 电压型漏电保护电路	353
16. 有害气体报警电路	330	5. 电流型漏电保护电路	353
17. 多芯电缆断线检测仪电路	331	6. 多极漏电保护器电路	354
18. 四声报警电路	331	7. 漏电过载保护器电路	354
19. 火灾报警电路	331	8. 漏电断路器电路	355
20. 高压报警电路	332	9. 脉冲无声运行总保护器电路	355
21. 电工夜间作业闪光警示灯电路	332	10. 三相电动机保护电路	356
22. 地震报警电路	333	11. 电动机保护电路	357
23. 变压器超温报警电路	333	12. 多功能保护器电路	358
24. 粮食害虫检测报警电路	333	13. 三相电源断相保护电路	358
25. 冠心病病人触摸报警电路	334	14. 进水电动机保护电路	359
26. 煤气检测报警电路	334	15. 过电压过电流保护电路	359
27. 煤气熄火报警电路	335	16. 三相电动机断相晶体管保护电路	360
28. 无绳电话防盗打电路	335	17. 星形联结电动机断相保护电路	360
29. 溢出报警电路	336	18. 三角形联结电动机断相保护电路	361
30. 温度控制报警电路	336	19. 电容式电动机断相保护电路	361
31. “抓小偷！”声音报警电路	336	20. 晶闸管阻容保护电路	362
32. 儿童走失报警电路	337	21. 晶闸管硅堆保护电路	363
33. 汽车防盗报警电路（一）	338	22. 三相电动机过电流保护电路	363
34. 汽车防盗报警电路（二）	338	23. 高压自动保护电路	363

24. 机床照明短路保护电路	364	3. 两灯一开关白炽灯并联照明电路	388
25. 电动机的加密保护电路	364	4. 白炽灯降压电路	389
26. 变压器瓦斯保护电路	364	5. 白炽灯调光电路	389
27. 纵联差动保护电路	365	6. 单管荧光灯照明电路	389
28. 高压电动机的过载保护电路	365	7. 双管荧光灯照明电路	390
29. 高压电动机的单相保护电路	366	8. 三管荧光灯照明电路	391
30. 变压器的综合保护电路	366	9. 荧光灯直流启动电路	391
31. 低压断路器保护电路	367	10. 荧光灯调光电路	392
32. 继电器保护电路	368	11. 家用灭除蚊蝇灯电路	392
33. 继电器定时限过电流保护电路	368	12. 节能灯电路	393
34. 继电器反时限过电流保护电路	369	13. 声控灯电路	393
35. 低电压闭锁的过电流保护电路	370	14. 光控灯电路	395
36. 晶体管漏电脱扣器保护电路	370	15. 晶闸管调光灯电路	395
37. 泄漏电流式保护电路	370	16. 组合花灯照明电路	395
38. 电子开关脱扣器电路	371	17. 触摸台灯电路	396
39. 电阻性中性点漏电保护电路	371	18. 调光台灯电路	397
40. 电容性中性点漏电保护电路	372	19. 壁灯电路	398
第 15 章 供电配电电路	373	20. 落地灯电路	399
1. 电力传输电路	373	21. 吊灯电路	399
2. 高压变电所主接线电路	374	22. 吸顶灯电路	400
3. 生产车间高压配电出线电路	375	23. 装饰灯电路	401
4. 企业一次供电电路	375	24. 手提灯电路	402
5. 低压二次接线电路	376	25. 自动应急照明灯电路	402
6. TN-S 供电方式电路	377	26. 停电自动照明灯电路	402
7. 放射式主接线供电电路	378	27. 停电应急灯电路	403
8. 树干式主接线电路	378	28. 多点控制走廊灯电路	404
9. 10kV 配电所应用电路	379	29. 多个开关控制一盏灯电路	404
10. 电能计量电路	381	30. 节日家庭流水彩灯电路	404
11. 单相有功电能表带电流互感器的 接线电路	381	31. 定时调光照明节电电路	405
12. 三相有功电能表直入式接线电路	382	32. 家用音乐验电灯电路	406
13. 三相四线有功电能表直入式接线电路 ..	382	33. 电子音乐闪烁灯电路	407
14. 三相有功电能表带电流互感器的 接线电路	382	34. 鱼缸闪烁灯电路	407
15. 双电源供电电路	383	35. 汽车转弯指示灯电路	407
16. 高压集中补偿电容电路	383	36. 一室一厅照明电路	407
17. 电容低压集中补偿电路	384	37. 两室一厅照明电路	408
18. 单独就地补偿电容电路	384	38. 三室两厅照明电路	409
19. 24h 自动投切电容器控制电路	384	39. 四室两厅照明电路	409
20. 检测功率因数自动投切电容器 原理电路	385	40. 直流点燃荧光灯电路	409
21. 高压线路二次回路接线图	386	41. 摩托车闪光灯电路	410
22. 高压线路二次回路的展开式原理电路 ..	387	42. 光控路灯照明电路	410
第 16 章 照明电路	388	43. 生活小区照明电路	411
1. 一灯一开关照明电路	388	44. “一摸亮”台灯电路	411
2. 两个白炽灯串联照明电路	388	45. 高层住宅走廊照明电路	412
		46. 驱动闪烁灯电路	412
		47. 多路流水彩灯电路	413
		48. 低温低压下点燃荧光灯电路	413

49. 小夜灯照明电路	414	4. 儿童丢失无线电遥控报警电路	439
50. 霓虹灯电路	414	5. 收音机无线电遥控电路	440
51. 霓虹灯闪光电路 (一)	415	6. 微电脑红外空调遥控电路	441
52. 霓虹灯闪光电路 (二)	415	7. 百米多键遥控电路	445
53. 红外线调光电路	415	8. 手机发短信遥控家用电器电路	449
54. LED 广告牌装饰灯电路	416	9. 有趣的遥控流水灯电路	450
55. 农村蔬菜大棚照明电路	417	10. 电话机遥控电路	451
56. 照明开关自动电路	418	11. 声控灯电路	452
57. 太阳能绿色照明灯电路	418	12. 台灯遥控电路	453
58. 照明、电烙铁两用电路	419	13. 养鸡场温度遥控电路	454
59. 电梯间照明电路	419	14. 磁控式遥控开关电路	454
60. 交通红绿灯控制电路	419	15. 家用多路红外遥控器电路	455
61. 太阳能 LED 灯电路	420	16. 超声波遥控开关电路	456
62. 消防应急灯电路	421	17. 由 T-40-16 组成的超声波遥控电路	456
第 17 章 调速电路	423	18. 遥控窗帘电路	457
1. 交流电动机调速电路	423	19. 由 TDC1808/1809 组成的遥控电路	459
2. 直流电动机调速电路	423	20. 红外遥控电路	460
3. 超声波遥控电动机调速电路	424	21. 遥控自动门电路	461
4. 直流电动机枢电压调速电路	424	22. 调光遥控电路	463
5. 并励直流电动机调速控制电路	425	23. 接近开关遥控电路	463
6. 双速电动机调速电路	426	24. 光电遥控开关电路	464
7. 转差电动机调速电路	426	25. 热释电红外遥控电路	464
8. 电动机变频调速电路	427	26. 由 RX5019/RX5020 组成的遥控电路	464
9. 电动机正反转变频调速电路	428	27. 煤炉门自动开门遥控电路	465
10. 单相交流电动机调速电路	428	28. 音频遥控开关电路	466
11. 风扇电动机调速电路	428	29. 家用电器音频遥控电路	467
12. 吊扇电动机调速电路	429	30. 红外遥控继电器电路	468
13. 直流电动机调速电路	430	31. 光电池遥控电路	469
14. 电动机电子调速电路 (一)	430	32. 亚超声遥控电路	469
15. 电动机电子调速电路 (二)	431	33. 遥控插座电路	470
16. 无线电遥控调速电路	431	34. 太阳能热水器自动跟踪遥控电路	471
17. 直流电动机改变励磁电阻和改变 电枢电阻调速电路	432	35. 湿手烘干器遥控电路	471
18. 恒转矩调速电路	432	36. 常用红外发射电路	472
19. 晶闸管直流调速电路	433	37. 多谐振荡红外光发射电路	472
20. 电风扇调速电路	434	38. 集成振荡红外光发射电路	472
21. 定子绕组抽头法调速电路	434	39. 窄脉冲红外光发射电路	473
22. 电风扇自然风调速电路	434	40. 红外线遥控接收电路	473
23. 三相交流电动机变频调速系统的 主电路	435	41. 单通道红外线遥控电路	474
24. 电子稳速电路	435	42. 红外线九功能遥控器电路	475
第 18 章 遥控电路	436	43. 超声波发射电路	476
1. 红外遥控电路	436	44. 由 T-40-16 分立元件构成的超声波 发射电路	476
2. 无线电遥控门铃电路	437	45. 由 MA40EIS/EIR 构成的超声波 发射电路	477
3. 由 RCM-1A/RCM-1B 组成的无线电 遥控电路	438	46. 由 UCM-40-T 与 74LS00 与非门 构成的超声波发射电路	477

47. 由 T-40-16 与 555 构成的超声波 发射电路	477
48. 超声波接收电路	477
49. R-40-16 超声波接收电路	478
50. 由运算放大器组成的超声波接收电路 ..	478
51. 家电提前工作遥控电路	479
第 19 章 广告创意电路	480
1. “欢迎光临!” 电路	480
2. “恭喜发财!” 电路	480
3. 霓虹灯广告牌电路	481
4. 美发店广告牌电路	482
5. 人体感应自动解说电路	482
6. 舞台照明调节电路	483
7. 音乐控制彩灯电路	483
8. 循环追逐式彩灯电路	483
9. 舞台烟雾电路	484
第 20 章 建筑电路	485
1. 地板砖切割机电路	485
2. 灰浆搅拌机电路	485
3. 混凝土搅拌机电路	486
4. 装修材料楼上运输电路	487
5. 地面水磨石机电路	487
6. 混凝土振动电路	488
7. 卷扬机电路	489
8. 电葫芦电路	489
9. 高层建筑供料信号联络电路	490
10. 散装水泥计量电路	491
11. 自动供水电路	491
12. 建筑材料 V 带传送电路	492
13. 建筑安装自动水阀门电路	492
14. 电梯间排气扇电路	493
15. 高层建筑电梯控制电路	493
16. 运输升降机超速控制电路	495
17. 建筑用水平测量仪电路	496
第 21 章 无线通信电路	497
1. 调幅小功率广播发射机电路	497
2. 超外差中波调幅收音机电路	497
3. 调频无线传声器电路	498
4. 由集成运算放大器构成的 低通滤波器 (LPF) 电路	499
5. 由集成运算放大器构成的 高通滤波器 (HPF) 电路	499
6. 由集成运算放大器构成的压控电压 源带通滤波器 (BPF) 电路	499
7. 由集成运算放大器构成的 带阻滤波器 (BEF) 电路	500
8. 晶体管共射极放大电路	500
9. 场效应晶体管放大电路	500
10. 电压串联负反馈放大电路	501
11. 差动放大电路	501
12. OTL 功率放大器电路	501
13. 集成音频功率放大器电路	502
14. 具有中和电路的中频放大器电路	502
15. 由 F733 集成宽带放大器构成的 共射-共基宽频带放大器电路	503
16. 双栅场效应晶体管高频放大器电路	503
17. 用音频集成电路构成的单片 收音机电路	503
18. 用于发射级的谐振式高频功率 放大器电路	504
19. 晶体管谐振功率放大电路	504
20. 场效应晶体管谐振功率放大电路	504
21. 电流开关型丙类 (D 类) 放大器电路 ..	505
22. 电压开关型丙类 (D 类) 放大器电路 ..	505
23. 宽频带高频功率放大器电路	505
24. 反相功率合成放大器电路	506
25. 超短波电台发信机功放电路	506
26. 电容反馈振荡电路	507
27. 电感反馈振荡电路	507
28. 克拉波振荡电路	507
29. 西勒振荡电路	507
30. 并联型晶体振荡器电路	508
31. 串联型晶体振荡器电路	508
32. 文氏电桥振荡器电路	508
33. 方波-三角波-正弦波函数发生器 电路	509
34. 由 ICL8038 组成的音频函数 发生器电路	509
35. 由 555 定时器构成的多谐振荡器 电路	509
36. 开关二极管平衡调幅电路	510
37. 二极管环形调幅电路	510
38. 由模拟乘法器构成的调幅器电路	510
39. 集电极调幅电路	511
40. 基极调幅电路	511
41. 二极管平方率检波器电路	511
42. 二极管峰值包络检波器电路	512
43. 集成乘积型同步检波器电路	512
44. 变容二极管调频器电路	512
45. 由集成压控振荡器构成的频率 调制器电路	513
46. 由集成电路 (锁相环) 构成的	

频率解调器电路	513	7. 高效电子捕鼠电路	535
47. 集成乘法器混频电路	514	8. 电子捕鼠电路	535
48. 双失谐回路鉴频器电路	514	9. 灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路	535
49. 比例鉴频器电路	515	10. 超声波驱虫电路	536
50. 中波波段收音机中常用的晶体管 变频器电路	515	11. 电子节电捕鼠器电路	537
51. FM 收音机变频电路中常用的 晶体管混频器电路	516	第 24 章 保健电路	538
52. 结型场效应晶体管混频器电路	516	1. 理疗呼吸机电路	538
53. 二极管开关平衡混频器电路	517	2. 电子止喘器电路	538
54. 二极管环形混频器电路	517	3. 自制消毒液电路	539
55. 模拟乘法器混频器电路	517	4. 住院病人呼叫器电路	539
56. 可控增益放大器电路	518	5. 劝戒烟电路	540
57. 延迟 AGC 电路	518	6. 脉冲治疗仪电路	540
58. 自动相位控制电路 (锁相环路)	518	7. 电动按摩器电路	541
59. 交流电压表电路	519	8. 骨质增生治疗仪电路	541
60. 交流电流表电路	519	9. 超声波盲人探路电路	542
61. 直流电压表电路	520	10. 口吃校正电路	542
62. 直流电流表电路	520	11. 电子体温表电路	543
第 22 章 环保美化电路	521	12. 自卫防暴电路	543
1. 家用多功能环保电路	521	13. 冠心病突发求助电路	543
2. 水果冷藏保鲜电路	521	14. 耳聋助听器电路	544
3. 卫生间换气扇控制电路	522	15. 人体脉搏测试仪电路	545
4. 电子胸花电路	523	16. 青少年预防近视电路	550
5. 臭氧消毒电路	523	17. 超声波治疗仪电路	550
6. 净化空气换气扇电路	524	18. 周林频谱仪电路	551
7. 冰箱除臭电路	524	19. 精神疲劳测试电路	551
8. 负离子发生器电路	525	20. 电子催眠电路	551
9. 公厕自动冲水电路	525	21. 记忆力增强电路	552
10. 有害气体排除电路	526	22. 睡眠唤起电路	552
11. 室内空气自动加湿器电路	526	23. 精神压力消除电路	553
12. 电子生日蜡烛电路	527	24. 视力保健电路	553
13. 手纸盒无纸提示电路	528	25. 心律测试电路	554
14. 五颜六色闪光装饰电路	528	26. 自动换气扇电路	554
15. 水壶烧水去污垢电路	528	27. 病房输液加热器电路	555
16. 电子喷泉电路	529	28. 电子听诊器电路	556
17. 高温杀菌消毒电路	530	29. 电子体温计电路	556
18. 燃气烟道式热水器电路	531	30. 用药提醒电路	557
19. 威格玛抽油烟机电路	531	31. 电子止痛仪电路	557
第 23 章 除害电路	532	32. 脉冲治疗仪电路	558
1. 粮食害虫检测电路	532	33. 理疗仪电路	558
2. 电子蝇拍电路	532	34. 尿液分析打印机电路	559
3. 电子灭鼠器电路	533	35. 护眼电路	559
4. 电子灭蚊电路	533	36. 超短波治疗机电路	560
5. 黑光灯杀虫电路	534	37. 痔疮治疗仪电路	561
6. 高压灭虫灯电路	534	38. 治疗中风病人控制电路	561
		第 25 章 单片机控制电路	564
		1. 单片机电子钟电路	564

2. 低功耗智能传感器电路·····	565	6. AD574 与 RS-232C 接口电路 ·····	612
3. 逻辑分析仪电路·····	565	7. AD574 与打印机的接口电路 ·····	613
4. 单片机控制 LED 显示摇棒电路 ·····	566	8. DAC0832 的单/双极性电压输出 接口电路·····	614
5. 单片机控制超声波测距电路·····	567	9. DAC0832 电流输出的接口电路 ·····	614
6. IC 卡读写器电路·····	568	10. DAC0832 与 8086CPU 的连接电路·····	615
7. 单片机语音控制小车电路·····	569	11. DAC0832 与 8 位 CPU 的连接电路 ·····	615
8. 新型 ISD 语音组合电路 ·····	570	12. DAC1210 与 PC 总线接口电路 ·····	616
9. MCS-51 单片机电路 ·····	570	13. DAC1210 与 8 位 CPU 的接口电路 ·····	616
10. 单片机总线的接口电路 ·····	572	14. DAC1210 与 16 位 CPU 的接口电路 ·····	617
11. ADC0809 型 8 位 A/D 转换器电路·····	572	15. 串行输入 12 位 D/A 转换接口电路 ·····	617
12. 8 位 A/D 转换器与 MCS-51 的 接口电路 ·····	573	16. D/A 转换器的模拟信号光电隔离电路 ···	618
13. 12 位 A/D 转换器与 MCS-51 的 接口电路 ·····	574	17. 机械触点开关量的变换电路 ·····	618
14. 掉电保护电路 ·····	575	18. 无触点开关变换电路 ·····	619
15. DPY01 语音板电路 ·····	575	19. 触点消抖电路 ·····	619
16. 数码管点亮电路 ·····	576	20. 开、关状态产生定宽脉冲电路 ·····	619
17. 单片机控制电路 ·····	576	21. 回环比较器电路 ·····	620
第 26 章 可编程序控制电路 ·····	578	22. 定时查询方式下开关量接口电路 ·····	620
1. PLC 多工步机床控制电路 ·····	578	23. 由 8253 与 8031 组成的脉宽测量 接口电路 ·····	620
2. PLC 光源机械手上泡控制电路 ·····	579	24. 8 路开关量输入接口电路 ·····	621
3. PLC 输电线路自动重合闸控制电路 ·····	582	25. 采用 8255 扩充 64 路输入接口电路 ·····	622
4. PLC 用于生产过程的联锁报警 控制电路·····	583	26. 采用 74LS244 扩充 24 路输入 接口电路 ·····	622
5. PLC 桥式起重机检测控制电路 ·····	585	27. 8 路开关量输出接口电路 ·····	623
6. PLC 谷物烘干机自动控制电路 ·····	586	28. 采用双向晶闸管的交流接触器 接口电路 ·····	623
7. PLC 机器人施釉生产线控制电路 ·····	588	29. 晶闸管触发电路 ·····	624
8. PLC 储丝生产线控制电路 ·····	591	30. 触点式继电器输出控制接口电路 ·····	624
9. PLC 高压离心风机控制电路 ·····	592	31. 三相步进电动机的控制电路 ·····	625
10. PLC 砂处理生产线控制电路 ·····	594	32. 采用大功率场效应晶体管的步进 电动机控制电路 ·····	625
11. PLC 双参量随动系统控制电路 ·····	596	33. 双向直流电动机控制接口电路 ·····	626
12. PLC 污水处理模糊控制电路 ·····	597	34. 具有 8 个独立式按键的连接电路 ·····	627
13. PLC 电镀专用行车控制电路 ·····	598	35. 采用 8255 端口构成矩阵键盘电路·····	627
14. PLC 液体混合装置控制电路 ·····	600	36. 中断扫描法矩阵键盘电路 ·····	628
15. PLC 轴承滚针分选机控制电路 ·····	602	37. 电阻式触摸屏的接口电路 ·····	628
16. PLC 液压实验台控制电路 ·····	603	38. 6 位动态显示电路 ·····	629
17. PLC 自耦变压器控制多台电动机电路 ···	605	39. 6 位静态显示电路 ·····	630
第 27 章 计算机控制电路 ·····	608	40. 点阵式 LCD 显示器的接口电路·····	630
1. ADC0809 与 PC 总线的接口电路 ·····	608	41. 微型计算机对炉窑的控制电路 ·····	631
2. AD574A 型 12 位 A/D 转换器的 输入电路·····	608	42. 智能小区门禁控制电路 ·····	635
3. AD574A 与 PC 总线的接口电路 ·····	609	43. 计算机控制温度电路 ·····	640
4. CD4051 型模拟多路开关电路的 扩展电路·····	610	参考文献 ·····	643
5. 可变增益前置放大器电路·····	611		

第 1 章 家用电器电路

1. 微波炉电路

(1) 微波的基本特性 微波是一种高频率的电磁波，在传输过程中，遇到不同的物质会表现出反射、穿透、被吸收三种不同的特性。

1) 反射性。微波在传输过程中，如遇到金属就会反射回来。根据微波的反射性，微波炉的炉腔都用钢板或不锈钢板制成，使微波在炉腔内来回反射穿透食物，增强热效率。正是由于这种原因，在微波炉中使用的盛物器皿不能由金属制作。

2) 穿透性。微波能够穿透陶瓷、玻璃、耐热塑胶、木器、竹器、纸板等一般绝缘材料，所以这些绝缘介质是制造微波炉盛物器皿的最佳材料。

3) 吸收性。各类食品都可吸收微波，微波使食物内的分子振荡，摩擦而产生热能。微波对各种食物的穿透程度，因其质量、厚薄、形状等因素的差异而有所不同。

(2) 微波炉电路 微波炉的控制电路如图 1-1 所示。由控制电路、高压电源和微波输出电路等组成。

当关上炉门时，门控开关 S3 接通而 S2 断开，微波炉处于准备工作状态；当调节好时间定时器 S5 时，其触点闭合，炉灯 HL 亮，再按下电源开关 S1，微波炉投入工作。220V 电源加到高压变压器两端，感应后输出两组电源：一组输出 3.3V 用于加热磁控管灯丝；另一组输出 2100V 经高压电容和高压硅堆被半波倍压整流，获得 4000V 直流脉冲电压加到磁控管 MT 阳极上，使磁控管谐振输出工作频率为 2450MHz 的微波。温控开关 S4 和 FU 是保护元件，当磁控管温升超过额定值时，S4 自动动作，断开电源，保护磁控管。若电路发生短路故障，FU 自动熔断，切断整机电源。

图 1-1 中 S1 是电源开关，S2、S3 是门控开关，S4 是磁控管温控开关，S5 是定时器开关，S6 是功率调节器开关，M1 是定时电动机，M2 是转盘电动机，M3 是风扇电动机，M4 是功率调节电动机，T 是高压变压器，MT 是磁控管，C 是高压电容，VD 是高压硅堆，FU 是熔断器。

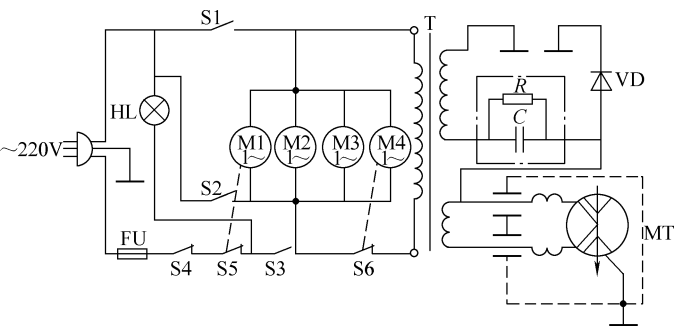


图 1-1 微波炉电路

2. 电吹风电路

插上电源插头 XP，将开关 S 置于强风档时，电热丝通电发热，同时电动机经电阻 R 降压后得电起动，带动风叶旋转，将热空气从出气口吹出；当开关置于弱风档时，由于电源经过二极管 VD 半波整流，电热丝的发热和电动机的转速都有所降低，吹出低温弱风。电路如图 1-2 所示。

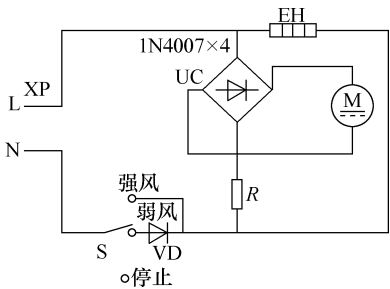


图 1-2 家用电吹风电路

(1) 双桶洗衣机的安装 洗衣机在使用前都要进行安装, 安装时主要注意以下几个方面。

1) 洗衣机的安放。洗衣机不适宜安放在洗澡间等潮湿的地方, 不适宜安放在雨、雪能够淋到的地方, 也不适宜安放在太阳长期照射到的或离炉灶、与暖气太近、温度较高的地方。

2) 洗衣机的接地线安装。洗衣机经常与水接触, 容易产生漏电。其外壳要可靠接地, 接地电阻小于 4Ω 。

3) 洗衣机进、排水管均用塑料软管连接。

(2) 双桶洗衣机的使用 一般分为洗涤、漂洗、脱水。

6. 全自动洗衣机电路

图 1-6 是金鱼牌 XQB30-11 型全自动洗衣机的电子程序控制器的电气原理图。其微处理系统采用美国 Zilog 公司生产的为 Z8701HZF 芯片。

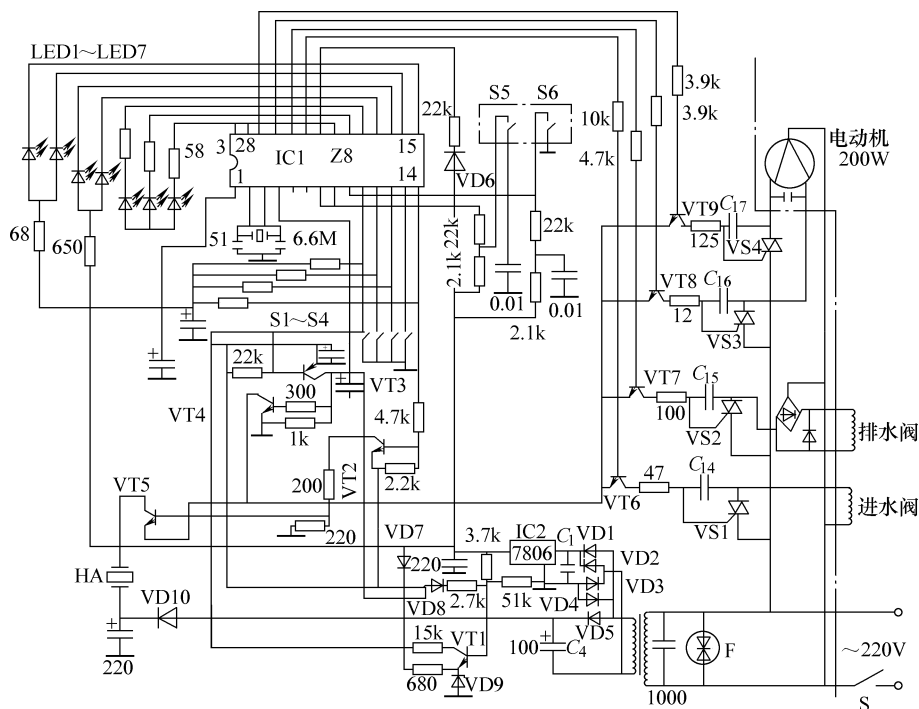


图 1-6 全自动洗衣机电路

Z8 芯片的外围电路有电源部分、振荡器、功能控制显示部分、水位控制部分、安全开关部分、驱动部分和蜂鸣报警器等。

(1) 电源部分 交流 220V 电压经变压器 T 变压后, 分两路。其中一路经 VD1~VD4 整流、 C_1 滤波, 经 7806 三端稳压器稳压后, 再通过 VT1、VT2 所组成的电路, 给 Z8 片的①、④、⑩、⑪、⑫、⑬、⑭脚提供不同的电压, 也给显示电路提供高电平。另一路经 VD5 整流, C_4 滤波后提供给蜂鸣器 HA 一个正电位。

(2) 振荡器 C_{10} 、 C_{11} 和石英晶体 G 组成振荡器, 经 Z8 片的②、③脚输入 Z8 芯片, 为芯片提供一个脉冲频率。

(3) 选择控制系统 由选择开关 S1~S4, 指示灯 LED1~LED7 组成。S1 为水流选择开关, 信号送入 Z8 片的⑬脚; S2 为周期选择开关, 信号送入 Z8 片的⑫脚; S3 位程序选择开关, 信号送入 Z8 片的⑪脚; S4 位启动/暂停键, 显示电路与⑮~⑰脚连接。

(4) 驱动电路 由 Z8 片的⑱~㉑脚输出, 分别驱动 VT6~VT9 和 VT3 所组成的电路, 使双向晶闸管 VS1~VS4 触发导通, 分别控制进水阀, 排水阀和电动机正、反向运转。

S6 为水位开关, 可控制高、中、低、少量四档水位, 与 R_{19} 、 R_{34} 、 C_{13} 等组成控制电路, 输入 CPU 的

Z8 片的⑨脚。S5 为安全开关，与 R_{18} 、 R_{23} 、 C_{12} 组成控制电路，输入 CPU 电路 Z8 片的⑧脚。

蜂鸣器报警信号由 Z8 片的⑭脚输出，经 VT4、VT5、VT3 组成的电路，使蜂鸣器发生报警。

自动控制脱水功能是指脱水时，若衣物放置不均匀而产生不平衡现象时，能停机、重新加水进行贮水漂洗，待衣物放置均匀后再脱水。若三次冲附加水漂洗，仍不能平衡时，“程序选择”的三个指示灯将会全部熄灭，蜂鸣器报警，自动停止运转，待人工改变不平衡状态后，再继续脱水。

自动排水功能是指，当遇到堵塞等不排水现象时，能中断排水，并使蜂鸣器发生报警。

功能自校是指洗衣机在不加水的情况下，可检查它的各种功能。

7. 半自动双缸洗衣机电路

双缸洗衣机电路。它由洗涤系统、脱水系统、进排水系统和控制系统、定时器等组成。洗涤电动机带动洗涤系统、脱水系统工作。电路如图 1-7 所示。

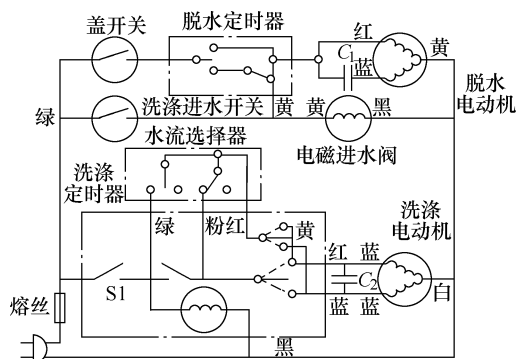


图 1-7 半自动双缸洗衣机电路

8. 电热水瓶电路

YF-28DSP 电热水瓶电路如图 1-8 所示。ST1 为防干烧温度开关，ST2 为水开温度控制开关，ST3 为保温控制开关，SB1 为烧水（开水）开关，SB2 为出水开关。

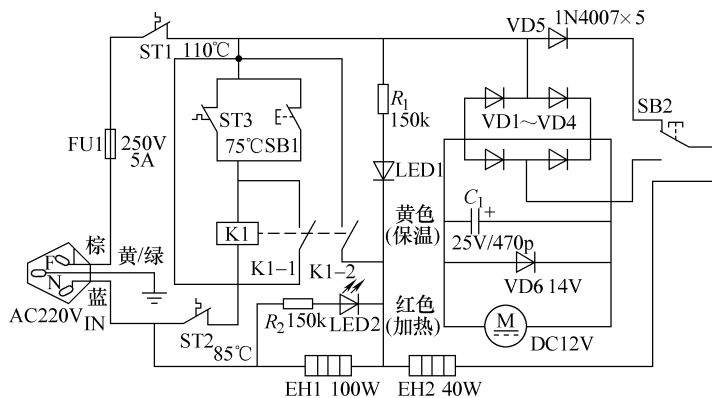


图 1-8 YF-28DSP 电热水瓶电路

(1) 烧水与保温电路 220V 交流市电经 5A 熔断器 FU1，常闭型温度开关 ST1、ST2、ST3，继电器 K1 的驱动线圈构成回路。K1 的 K1-1、K1-2 两组开关闭合。K1-2 闭合，一方面使 EH1 烧水加热器得电工作，红色发光管 LED1 发光，作加热状态指示；另一方面，由于 K1-2 闭合，保温加热器 EH2、VD5 两端被短路而停止工作，保温指示灯黄色发光管 LED2 不亮。随着水温的上升，当温度达到 75℃ 时，ST3 断开。由于继电器 K1-1 已经在闭合状态，其驱动线圈电流回路得以保持，EH1 继续加热。当水温达到 85℃ 时，ST2 断开，K1 失电，K1-1、K1-2 断开，EH1 停止加热烧水，LED1 熄灭。此时 AC220V

市电经 EH1、EH2、VD5、ST1、FU1 构成回路，即 EH1 和 EH2 串联后由于 EH2 的电阻值比 EH1 大很多，压降大使 EH1 两端电压很低而发热小且工作在半波供电，处于保温状态。此时黄色发光管 LED2 发光，作保温状态指示。当水温低于 85°C 时，ST2 闭合，水温低于 75°C 时，ST3 闭合，K1 得电工作，重复以上过程。

在保温状态，如果水的温度较低，此时按动 SB1，K1 动作。EH1 立即加热将水快速烧开。ST1 为防干烧温度开关，当瓶胆的温度高于 110°C 时，ST1 断开，220V 电源被切断。使热水瓶得到保护。

(2) 出水电路 按下出水开关 SB2 时，220V 市电经 5A 熔断器 FU1、常闭型温度开关 ST1、EH1、EH2、SB2 常开触点（此时闭合）加在 VD1~VD4 组成的桥式整流器输入端，此时 EH1、EH2 起降压作用。整流后的电压经 C_1 滤波，形成 12V 左右的直流电压，为水泵电动机供电，将水抽出来。VD6 为保护二极管，当电压超过 14V 时，VD6 齐纳导通，使电动机得到保护；另外当电动机开路损坏时，由于 VD6 的齐纳击穿，使 C_1 两端的电压不超过 14V，防止 C_1 两端电压由于空载输出而升高，引起 C_1 击穿甚至炸裂。

9. 电动窗帘电路

1) 电路如图 1-9a 所示。该电路仅用了两只限位开关 ST1、ST2，一台直流玩具电动机 M，一个双刀双掷开关 QS 和一组 6V 干电池。

将双刀双掷开关扳至 d、b，电动机 M 正转，传动绳带动帘布、撞击压块向某方向移动。当撞击压块触及限位开关 ST1 时，电路断开，停止工作。当将双刀双掷开关扳至 a、c 时，电动机 M 反转，窗帘向反方向移动。当撞击压块触击到限位开关 ST2 时，电路断开，停止工作。

2) 电路如图 1-9b 所示。采用交流供电，电路更简单。微动开关 S1、S2 仅需要一对常闭触点，用于控制窗帘开、关的开关 S3 是 2×2 的钮子开关。图 1-9b 所示为窗帘处于合上后的停止状态。因采用半波整流，直流电压输出低于 6V。但市售玩具电动机大多只要 3V 电压就能正常运转，故不会影响使用。

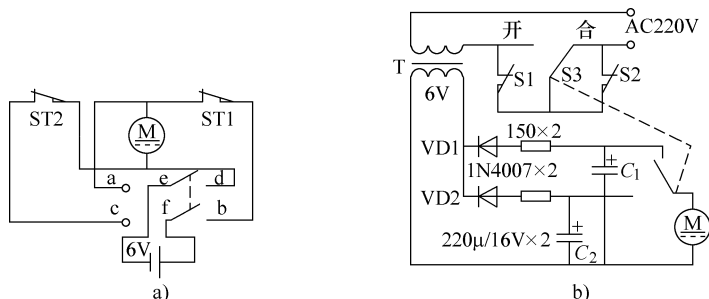


图 1-9 电动窗帘电路

10. 冷热饮水机电路

冷热饮水机是一种高档饮水电器，采用压缩机制冷和电热器加热，具有供水容量大、自动控温和超温自动保护等功能。

(1) 整机结构组成 冷热饮水机为立式机型，由箱体、聪明座、水斗、热罐组件、冷罐组件、温控器、电热器、压缩机以及冷、热水龙头等组成。将水瓶插入聪明座，饮用水自动进入水斗后分成两路：一路流入冷罐后经压缩机制冷，由冷水龙头供应冷水。

(2) 电路工作原理 饮水机电路如图 1-10 所示。全机由电源指示电路、加热电路和制冷电路组成。

1) 电源指示电路：电源指示电路由 LED1、VD1、 R_1 组成。接通电源，220V 交流电源经接线器 XB 加至电源指示电路，红色电源指示灯 LED1 点亮，表示饮水机电源接通。

2) 加热电路：加热电路由带信号灯 HL1 的加热开关 S1、加热温控器 ST1、电热器 EH、保护温控器 ST2 和加热指示灯 LED2 等组成。闭合 S1 接通电源，HL1 亮红光；EH 开始给热罐的水进行加热，LED2 亮红光。当水温上升到 100°C 时，ST1 触点自动断开，切断加热电路电源，EH 暂停加热，LED2 熄灭，热

罐处于保温阶段。当水温下降到 85°C 时, ST1 触点自动闭合, 恢复向加热电路供电, LED2 点亮, EH 又作新一轮加热, 使水温保持在 $85\sim 100^{\circ}\text{C}$ 温区内。

ST2 起到防干烧保护作用。当热罐无水(多见为清洗饮水机后未插入水瓶)并误闭合开关 S1, 则热罐温度急升至 ST2 动作温度时, 其非自复位触点自动断开, 切断加热电路, 防止烧坏电加热器及热罐烧坏, 达到防干烧保护目的。打开饮水机背板, 用螺钉旋具触压 ST2 复位按钮, 使其触点闭合, 然后重新插入水瓶, 即可投入正常加热。

3) 制冷电路: 制冷电路由带指示灯 HL2 的制冷开关 S2、制冷温控器 ST3、起动继电器 K、压缩机电动机 M、过电流保护器 FR 和制冷指示灯 LED3 等组成。闭合 S2 接通电源, HL2、LED3 亮绿光。由于压缩机电动机 M 的运行绕组与 C-M 重锤式启动继电器 K 的线圈串联, K 产生磁力使其触点闭合, M 的起动绕组 C-S 接通电源, M 起动运转。启动完成后运转电流减小, K 磁力减小使其触点断开, 切断起动绕组 C-S 电源, M 依靠运行绕组 C-M 维持运转并开始制冷。首先, 压缩机将制冷剂压缩成高温、高压蒸汽送至冷凝器, 通过热交换, 使制冷剂变成低温高压液体, 流经节流毛细管、干燥过滤器后进入冷罐蒸发器(绕在冷罐外壁), 大量吸收冷罐水中的热量, 使水温下降。当水温下降到 40°C 时, ST3 触点自动断开, 切断制冷电路电源, LED3 熄灭, M 暂停制冷。当水温回升到 11°C 时, ST3 触点自动闭合, 接通制冷电路电源, LED3 亮绿光, M 又重新起动运转制冷, 使水温保持在 $4\sim 11^{\circ}\text{C}$ 区域内。

FR 为过电流保护, 当压缩机电动机 M 温升过高或运行电流超过额定值时, FR 自动断开电源, 防止烧坏压缩机电动机。

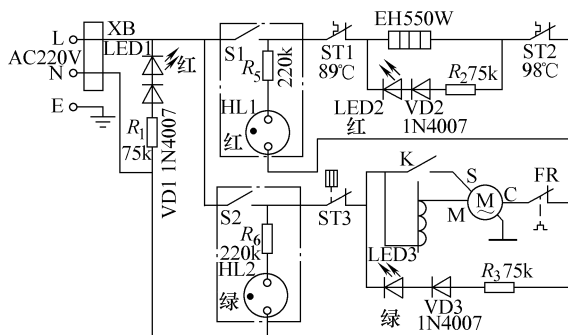


图 1-10 冷热水饮水机电路

11. 电热毯调温电路

随着人民物质生活的提高, 家用电器也逐渐进入到每个家庭。冬天, 人们为了御寒都喜欢使用电热毯, 特别是老人和小孩更离不开电热毯。但是偶然忘记关掉电源、拔掉插头的话, 很容易造成电热毯的过热烧坏棉被, 酿成火灾事故, 这样的悲剧时有发生。为此, 设计制作这个电热温控器, 当电热毯的温度达到 50°C 时, 即会自动关断电源, 停止加热, 当电热毯的温度降低时, 电热毯又能继续加热。其电路如图 1-11 所示。

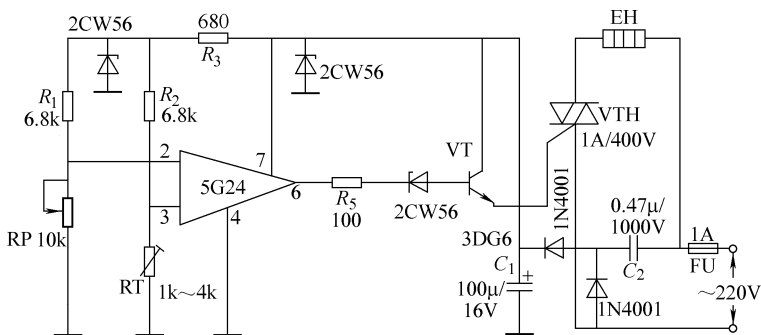


图 1-11 电热毯调温电路

(1) 工作原理: 利用热敏电阻作温度传感器, 再用电桥电路检测热敏电阻变化, 同时采用线性集成运算放大器作检测器。

热敏电阻是用对温度极为敏感的半导体材料做成的, 它的阻值能随温度的高低而明显地变化, 热敏电阻按工作特性分为正温度系数和负温度系数, 我们采用 MF12 型热敏电阻, 是属于负温度系数热敏电阻。

5G24 是集成运算放大器, 当其两输入端电压相等时输出为零, 当两输入端电压不相等时输出不等于零, 这时输出电压就作为晶体管 VT 的偏流而使之导通, 然后去触发双向晶闸管使电热毯加热。安置在电

电热毯中的传感器-热敏电阻的阻值随电热毯的升温而变化,当逐渐趋近于原先预置的电位器阻值(调节温度用)时,使加到 5G24 两输入端电压相等,输出为零,VT 失去偏置而截止,使双向晶闸管 VTH 也截止,切断电热毯的电源,使之停止加热。当温度下降时,电桥的阻值又出现不平衡,输出又有电压,触发管 VT 又触发双向晶闸管,电热毯又继续加热。

图 1-11 中 EH 是负载即电热毯, $0.47\mu\text{F}/1000\text{V}$ 为降压电容, $1\text{N}4001\times 2$ 为整流管, $100\mu\text{F}/16\text{V}$ 为滤波电解电容, 2CW56 为稳压管,装配时应将稳压值高的那只装在靠近直流电源输入端的位置。

(2) 调试方法:本机电路调试较简单,只要焊接无误、直流电压正常,即可工作。先将热敏电阻换成 $4.7\text{k}\Omega$ 固定电阻,调节 $10\text{k}\Omega$ 电位器,旋到某一点,发光二极管熄灭、双向晶闸管无交流电压输出;而在其他位置、则发光二极管发亮、双向晶闸管有交流电压输出,最好通过试验,给电位器定出温度刻度盘,使用起来就更方便了。具体方法是:用一支水银温度计插在热敏电阻旁并分别测出电热毯表面 5°C 、 10°C 、 15°C 、 20°C 等温度。调节 RP 电位器,使发光二极管熄灭,说明这时的温度即是水银温度计所示的温度,再将 5°C 、 10°C 、 15°C 、 20°C 等整数依次刻在刻度盘上即成。以后,只要将电位器调到某一设定温度,当电热毯达到这一温度时,控制器就会自动切断电热毯电源。

(3) 安装方法:将热敏电阻焊上两根 60cm 长的软绞合线、并分别套上套管。封住焊脚,可用胶布贴在电热毯的一角上,这样既美观又能检测温度,线的另一头焊上 $\phi 3.5\text{mm}$ 的两芯耳机插头,传感器和电热毯电线分别插在相应的插座中,然后将控制器的电线插头插到电源插座上。整个装置可以装在自制的有机玻璃盒内。

12. 六管超外差收音机电路

收音机分为调幅式和调频式两类,由于调幅式超外差式晶体管收音机具有灵敏度高、选择性和音质好等优点,而且价格低廉,收音机套件在全国各地电子市场都有销售,因而受到广大消费者的欢迎。为了满足广大电子爱好者学习组装晶体管收音机的需要,本节介绍几种收音机电路。

超外差式晶体管收音机主要由天线调谐输入回路、变频级、中频放大级、检波级、低频前置放大级、音频功率放大级和负载扬声器组成。

天线调谐回路接收广播电台发射的高频信号,送入变频级,变频级包括本机振荡器和混频器两部分。本机振荡器产生的振荡信号的频率比输入高频信号高 465kHz ,这两个信号同时送入混频器进行混频,产生一系列新的频率信号,这些信号经过混频器输出端的调谐回路选择后,只允许 465kHz 的差频信号通过。这样任意一个广播电台的信号经变频级后频率总是固定的 465kHz 。这个固定的中频信号再经过中频放大器放大到一定程度后,送入检波级检出音频信号,经过低频前置放大器和低频功率放大器放大,推动扬声器发出声音。

图 1-12 所示为六管超外差式晶体管收音机原理电路,电路原理分析如下。

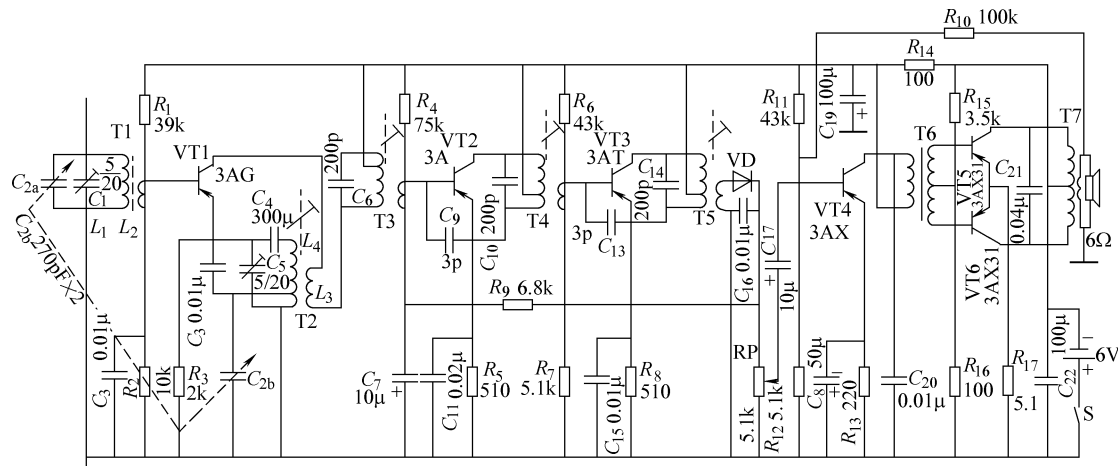


图 1-12 六管超外差式晶体管收音机原理电路

(1) 天线调谐输入回路 广播电台发射的高频调幅波信号, 经磁性天线 L_1 、 C_1 、 C_2 调谐回路选择后, 通过 L_1 、 L_2 耦合, 送到变频级 VT1 的基极。

(2) 混频和本级振荡电路 由振荡回路和混频级组成的电路又称变频级, 晶体管 VT1 兼作振荡回路和混频器。振荡回路由 VT1、 L_3 、 C_5 、 C_{2b} 、 C_4 、 L_4 组成。它能产生一个比输入信号频率高 465kHz 的等幅振荡信号。 C_2 为基极旁路电容, C_3 为耦合电容, 本机振荡信号经 L_4 中间抽头和 C_3 耦合到 VT1 的发射极, 形成正反馈, 再经 VT1 放大后从集电极输出至振荡谐振回路, 从而产生本机振荡信号。电台信号和本机振荡信号在 VT1 中混合。由于晶体管的非线性作用, 将产生多种频率的信号, 其中有一种是本机振荡频率和电台频率相差 465kHz 的中频信号。因中频变压器 T3 的谐振频率为 465kHz, 所以只有 465kHz 的中频信号才能在这个并联谐振回路中产生电压降, 而其他频率信号则几乎被短路。在调谐(调台)时, C_{2a} 、 C_{2b} 采用同轴的双连可变电容器, 以便本机振荡频率和输入回路的谐振频率同时改变, 并始终比输入回路谐振频率高 465kHz。这需要仔细地进行统调(或称跟踪)。

(3) 中频放大级 中频放大级一般由两级组成。VT2、VT3 作中频放大, 中放回路的中频变压器 T4、T5 谐振在 465kHz, 由于有两级中放, 所以有较好的灵敏度与选择性。图中, C_9 、 C_{13} 为中和电容。用它来消除中频放大电路的寄生振荡。有的收音机电路中不接中和电容。当出现寄生振荡时, 可将 1~3pF 电容接在中放管基极和中周一次绕组下端来消除寄生振荡。如手头无 1~3pF 电容, 可用两段绝缘细导线拧好代替电容。

(4) 检波级 由二极管 VD、 C_{16} 和电位器 RP 等组成。其作用是从调幅波中检出音频信号。

(5) 低频前置放大级 由 VT4 组成, 起电压放大作用, 为低频功率放大级提供具有一定输出功率的音频信号, 为了获得较大的功率增益, 其输出采用变压器耦合, 同时为了适应推挽功率级的需要, 变压器 T6 的二次侧有中心抽头, 把本级的输出信号由中心抽头分成大小相等、相位相反的两个信号, 分别推动推挽管 VT5、VT6 工作。

(6) 低频功率放大级 T6、T7、VT5、VT6 组成变压器耦合推挽功率放大电路, VT5、VT6 分别放大音频信号的半个周期, 即一管导通, 另一管截止交替工作, 而输出变压器 T7 通过一、二次侧耦合在扬声器上就得到完整的音频信号。

为避免接收强弱信号存在差异。如图 1-12 所示的收音机电路中采用了自动增益控制电路(AGC 电路)。它是由 C_7 、 R_9 组成的直流负反馈电路。检波后的一部分音频信号通过 R_9 送回到 VT2 基极, 由于 C_7 对交流信号(音频信号)相当于短路, 其直流成分被送到 VT2 的基极。当收到强台时, 检波输出的音频信号增大, 使 VT2 基极电位升高, 集电极电压下降, 使 VT2 增益降低(这个控制电压极性与 VT2 基极原有偏置电压反相), 从而保持检波输出信号大小基本不变, 这样就达到了自动增益控制的目的。

图 1-12 中, R_{14} 、 C_{19} 为去耦滤波电路。功放级消耗功率较大, 瞬时电流大, 易对前面供电电压造成波动, 尤其当电池陈旧、电压下降、内阻增大时, 对前级影响更大。若不加此去耦滤波电路会产生低频自激振荡, 发出汽船般的“吓吓”声, 使收音机无法正常工作。加入此电路后, 可消除低频自激振荡。

R_{10} 为负反馈电阻, 构成级间电压并联负反馈电路, 以改善收音机稳定性。由于变压器同名端的作用, R_{10} 在输出变压器二次绕组端子接错时, 会形成正反馈, 因此将产生自激振荡, 这时只要把 R_{10} 从变压器一端换接到另一端即可。

中频变压器也称“中周”, 它是中频放大级的耦合元件, 普通使用的是单调谐封闭磁心结构, 它的一、二次绕组同绕在一个磁心上, 外面套着一个磁帽, 最外层还有一铁外壳, 既作紧固又作屏蔽之用, 靠调节磁帽和磁心的间隙来调节绕组的电感量。

本机振荡线圈也多做成和中频变压器一样的外形, 与中周配合使用。也有只绕在骨架上而没有铁壳的振荡线圈, 购买时要注意所需配用的可变电容器是否合适。

13. 微型收音机电路

收音机电路分为调频和调幅两种。本例以袖珍式中波段调幅收音机为例, 介绍其电路工作原理。本机频率范围在 525~1605kHz 之间, 采用 D3839A-2 收音机集成电路, 外围元件少, 性能优良, 价格便宜, 是初学者理想的组装制作选择。

电路原理如下：调幅收音机的高频部分把天线接收来的无线电波信号进行高频放大，经本振级选出465kHz的中频信号，经过中频放大，在检波级检出有用的信号，把其他信号滤掉，送到低放级放大，推动扬声器发出声音。电路如图1-13所示。

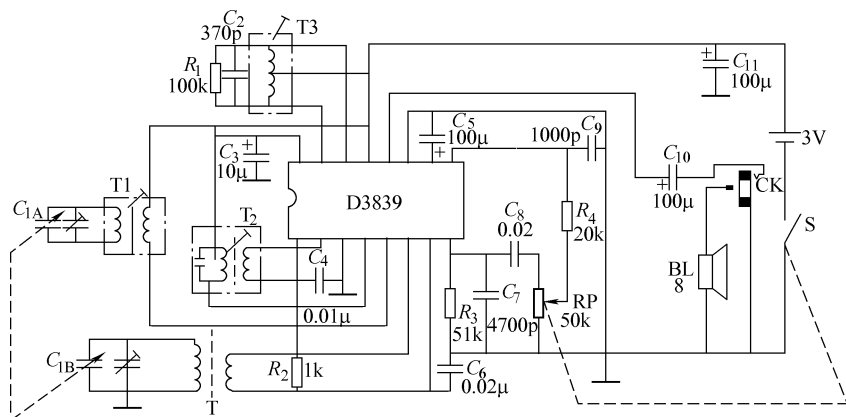


图 1-13 收音机电路

14. 黄河 741 收音机电路

黄河 741 收音机电路如图 1-14 所示，天线调谐回路接收广播电台发射的高频信号，送入变频级，变频级包括本机振荡器和混频器两部分。本机振荡器产生的振荡信号的频率比输入高频信号高 465kHz，这两个信号同时送入混频器进行混频，产生一系列新的频率信号，这些信号经过混频器输出端的调谐回路选择后，只允许差频信号 465kHz 通过。这样就将任意一个广播电台的信号，经变频级后总是固定的频率 465kHz。这个固定的中频信号再经过中频放大器放大到一定程度后，送入检波级检出音频信号，经过低频前置放大器和低频功率放大器放大，推动扬声器发出声音。

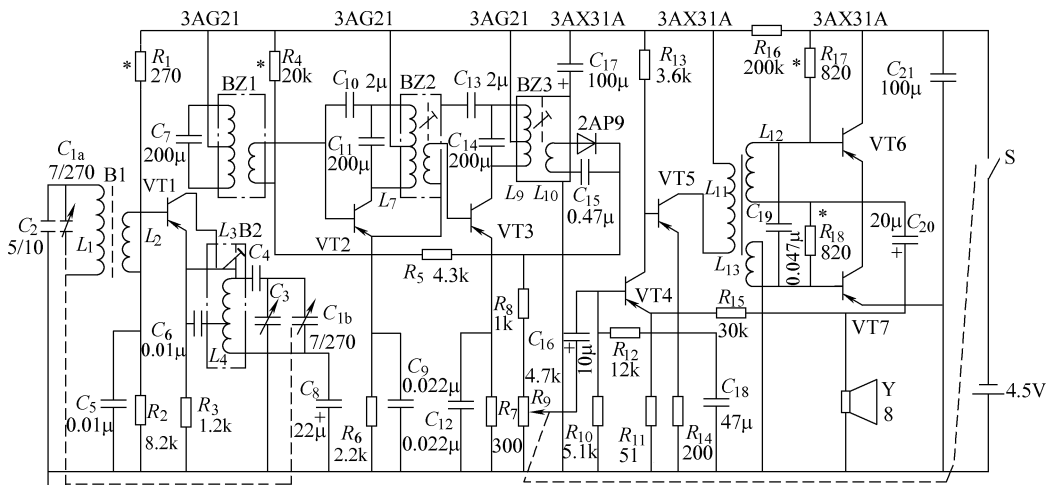


图 1-14 黄河 741 收音机电路

15. 集成调幅调频收音机电路

集成化调幅、调频、立体声收音机是由集成元件组成的，具备调幅、调频、立体声多种功能，具有音质好，清晰等特点。本节就图 1-15 所示的变频电路说明如下：

本收音机可接收四个波段：87~108MHz 调频、中波调幅及两个短波调幅。

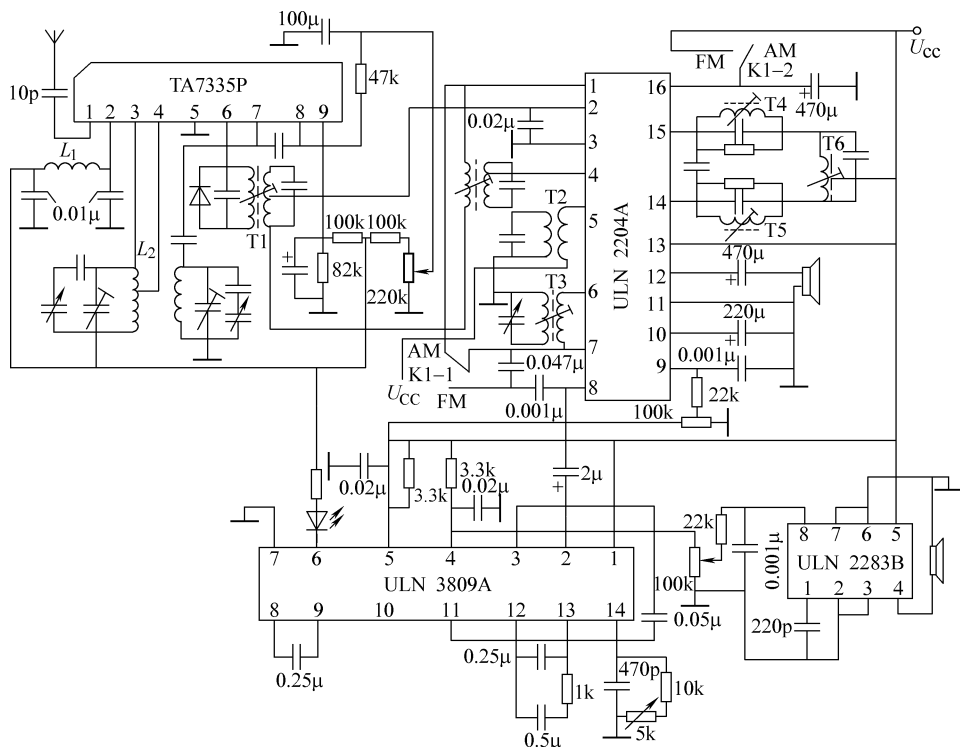


图 1-15 集成调幅调频收音机电路

调频信号自拉杆天线进入后，经陶瓷带通滤波器 10P 送至 TA7335P 的①脚（FM 高放输入端）。③脚外接高放负载调谐电路 L_4 等，由④脚回送至混频级。⑦脚外接本振调谐电路 L_5 等，⑧、⑨脚接入固定偏压及 AFC，控制电压、本振变容二极管。变频后的中频信号由⑥脚输出。

为了防止限幅灵敏度下降，可另加晶体管防止衰减。调频中频信号经 T4 滤波后送入至 ULN2204A 的⑮脚。经鉴频后的立体声复合信号（或单声道音频信号）由⑧、⑨脚输出。若送入的是单声道信号，由于无 19kHz 导频，ULN2204A 自动进入单声道状态，使⑧、⑨脚输出同样的信号。

⑮脚外接的 T4、T5 为本振调谐电路。

图 1-15 是用 TA7335P、ULN2204A、ULN3809A 及 ULN2283B 四块集成电路做成的调幅、调频、立体声组合收音机。

这里的低放虽只用了一块单低放 ULN2283B，但另一路低放由 ULN2204A 中的一个低放担任，故仍保持两路立体声。ULN2283B 的性能和 ULN2204A 中的低放部分基本相同，能保持左、右两声道的特性对称。

16. 电烤箱电路

电烤箱电路主要由电壳体、电热元件、控制元件三部分组成。它的特点是壳体采用三层结构，热损失小；具有酵母发酵控制装置，可控制食品的焦酥程度；具有石英玻璃电热元件，辐射效果好。每次可烘烤面食 75kg，每小时可烘烤 5kg。

电热元件分上、下两个。上面一个是特制的乳白石英玻璃红外线电热管，安装在不锈钢的反射板上。铁铬铝电热丝是线圈形，贯穿在管子的中央位置，发热部分不接触管的内壁，使管子表面温度均匀，由于被烹调食品中含水分近 80%，所以电热元件发射波长的峰值设计在 $3\mu\text{m}$ 左右。辐射与吸收波长匹配，烘烤效率高。下面一种电热元件采用金属管状电热元件。

家用普通电烤箱的控制元件有热敏电阻、定时器、调温器、发酵开关、焦糊开关、功率调节开关等。采用电子控制，其电路如图 1-16 所示。

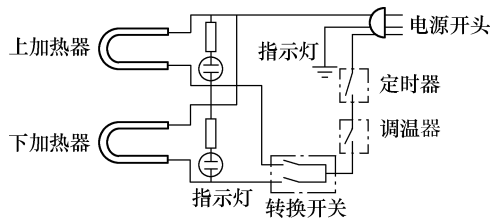


图 1-16 电烤箱电路

17. 电动剃须刀电路

电动剃须刀电路如图 1-17 所示。

图中用电容 C 降压，降压电容 C 为 $1\mu\text{F}/450\text{V}$ ，通过二极管 VD ，向 1.2V 镉镍电池充电。经 R_2 降压，供给显示元件 LED 。不使用时，接上 220V 电源充电，使用时，拨动开关 S ，与电动机接通，电动机带动剃须刀片旋转。

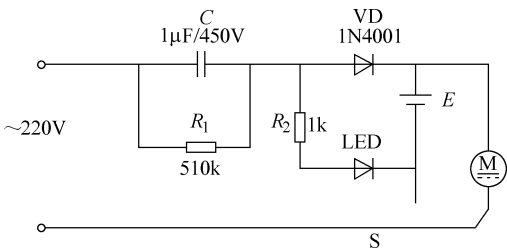


图 1-17 电动剃须刀电路

18. 抽油烟机电路

如图 1-18 所示是普通型抽油烟机电路。图 1-18 中， M_1 、 M_2 是电容起动电动机，功率在 $50\sim 80\text{W}$ 之间。当 M_1 、 M_2 带动左、右风扇高速转动时，风扇中心处形成负压区，当油烟进入负压区之后，由于离心力的作用，油烟被抽走排出室外，而油污则被甩到螺旋线的最低点，经导油管进入集油盆内。

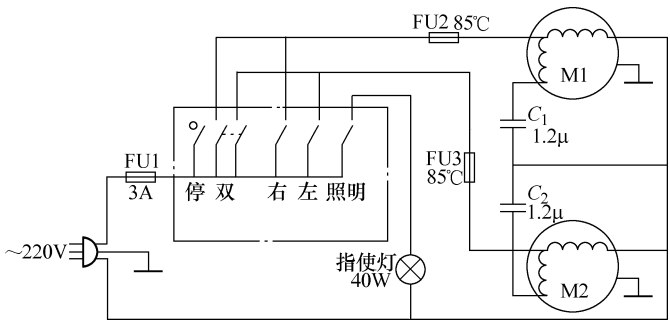


图 1-18 抽油烟机电路

19. 充电器电路

图 1-19 所示的电路既可以作为半导体收音机的直流电源，也可以给干电池充电。

图 1-19 所示电路从插座 XS_1 上输出整流后的脉动电流给干电池充电，当开关 S_1 置于位 1 时，给 1 号干电池充电，置于 2、4、5 时，可分别给 2、4、5 号干电池充电。开关置于测试位置时，可根据指示灯的亮度来判断充电前后干电池电压的大小。亦可接一表头，来测试充电前后的干电池电压。从插座 XS_2 上可输出整流滤波后的 6V 直流电压，供给半导体收音机用。

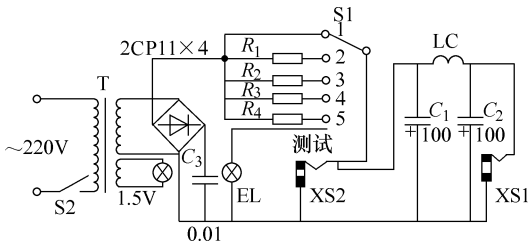


图 1-19 充电器电路

充电前，先要对于电池进行外观检查。干电池的锌筒应完好，电糊未干，并且电池电压不低于 0.9V 。这样的干电池可进行充电。充电电流最好是脉动的，这样效果好，电池复活率也高。充电时的充电电压高于被充电电池额定电压的 10% 为好，充电电压的正极与电池的正极相连，负极与负极相连。

充电电流不能太大,通常1号干电池为100mA左右,2号干电池为70mA左右,4号干电池为40mA左右,5号干电池为30mA左右。一般来说,充电电流小些,充电时间长些,充电后干电池使用时间也较长些。若充电电流太大,充得很快,容易引起电池发热,复活率较低。

电路图中的电阻 $R_1 \sim R_4$ 主要是用来调整充电电流,可以取近似值,如 R_1 是 30Ω , R_2 是 45Ω , R_3 是 60Ω , R_4 是 120Ω 。

变压器可用市场出售的电铃变压器,也可自行绕制。二次侧用6.3V或8V均可。LC是低频扼流圈,用截面尺寸为 $3.5\text{mm} \times 5.5\text{mm}$ 的铁心,用线径为 0.15mm 的漆包线绕600~800匝即可。 S_2 是电源开关,接通后指示灯亮表示电源接通。

20. 电磁炉电路

电磁炉是一种利用电磁感应加热原理制成的感应式电热器具。它是美国西屋电气公司于1971年率先研制成功的,到20世纪80年代,它的各项技术日臻完善,并发展成为一种成熟的家用电器产品。我国近几年一些地方的研究所和工厂已相继研制开发了这种新产品,并投放市场。现今,这种灶具已进入千千万万的家庭厨房。电磁炉电路如图1-20所示。

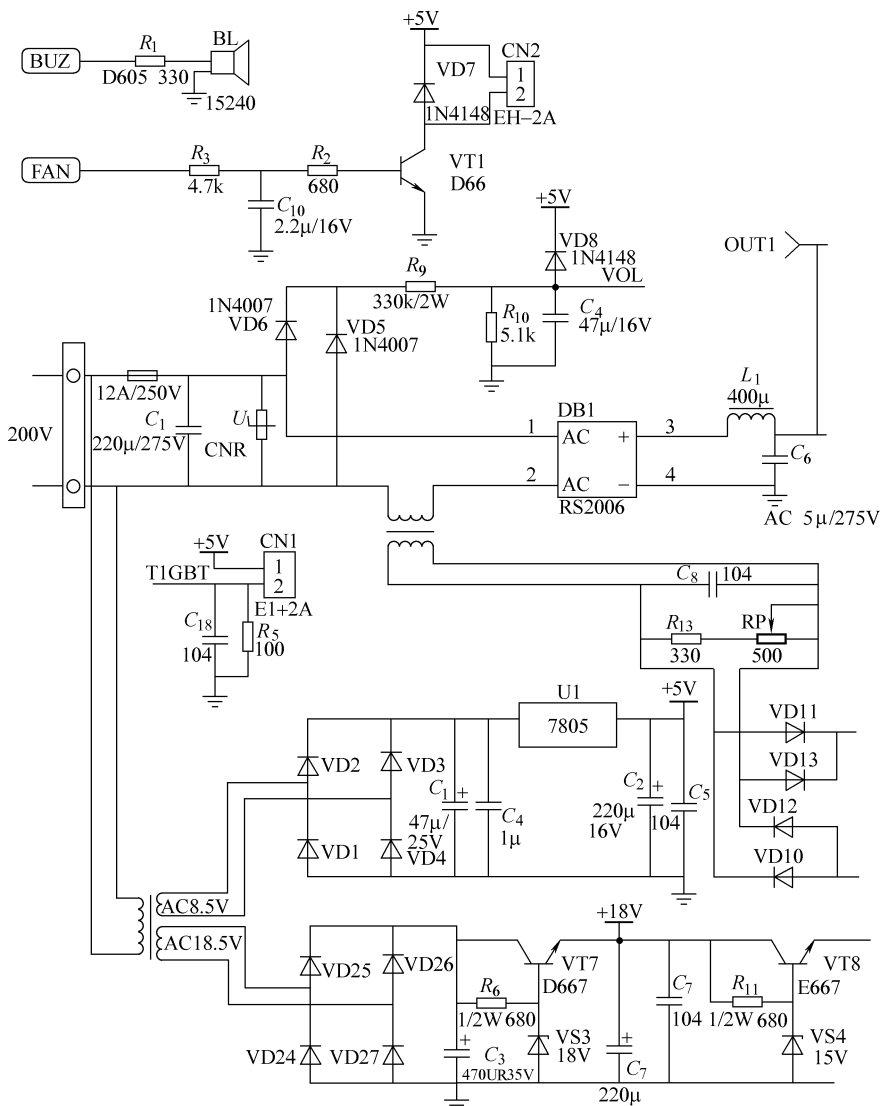


图 1-20 电磁炉电路

电磁灶的工作原理是：当励磁线圈中有交变电流通过时，根据电磁感应定律，在线圈周围存在交变磁场，电能转变为磁能。这个磁场的强弱与电流的大小、线圈的匝数有密切关系。这个交变磁场的磁力线通过电磁灶上的磁性锅体，由于电磁感应的原因，在锅体内会感应出电动势，并产生感应电流（即涡流），又将磁能转变为电能。由于锅体本身存在阻抗，感应电流通过锅体本身的阻抗时，就会产生焦耳热，把电能转化为热能。电磁灶就是利用这些热能来对食物进行加热烹调的。

21. 电饭锅电路

现在流行的是双层自动保温式电饭锅，其电路如图 1-21 所示。它由锅盖、内锅、外锅、电热板和控制元件等组成。电热板是将金属管状电热元件铸造在铝合金体中，再经加工而成。板面做成微凸型，与内锅的锅底相贴合，在其中心处装有磁钢式限温开关。

双层自动保温式电饭锅的控制元件主要依靠磁钢式限温开关和双金属保温开关，其电路如图 1-21 所示。SB2 为双金属片保温开关，温度调在 $45\sim 65^{\circ}\text{C}$ ，常闭触点。SB1 为磁钢式限温开关的触点开关，其动作的居里温度为 $(103\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，不能自动复位。煮饭时，按下开关 SB1，电路通电，开始煮饭。当温度上升到 $(65\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 时，双金属片动作，但由于磁钢式限温开关的触点开关 SB1 仍接通，电路有电。待饭烧熟，锅内水被吸干，温度上升超过 100°C ，达到 $(103\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 时，软磁钢失磁。在永久磁铁的重力和弹簧力的作用下打开开关 SB1，发热板停止加热。由于 SB1 不能自动复位，电路不通电。待温度下降到 $(65\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 以下时，双金属片会自动闭合，当温度超过 $(65\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 时，它又断开。如此交替通断，起到焖饭和保温双重作用。指示灯用来表示发热板处于工作状态。

定时自动保温式电饭锅，是在自动保温式电饭锅的基础上加装一只 6h、12h 或 24h 的定时器，使其能按人们预定的时间自动启动电饭锅，开始煮饭，既节约电能，又能按时获得新鲜的米饭。

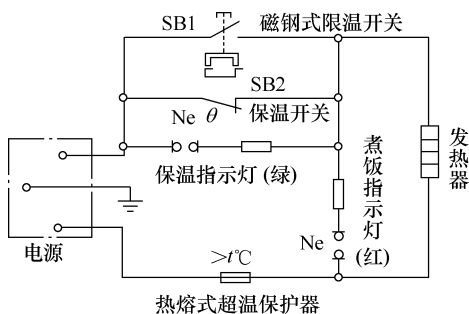


图 1-21 自动保温式电饭锅电路

22. 电脑电饭锅电路

电脑电饭锅因其保温性能好、功能齐全，使用方便，备受用户欢迎。

电路如图 1-22 所示。其工作原理是利用锅底温控器随锅底温度传感器的阻值变化来控制 VT1 的基极电压变化，实现控制 VT1 的导通与截止，驱动继电器 K 吸合与释放，再通过继电器触点给加热器通断电，完成煮饭的全过程。

RA、RB 共同决定 VT1 的基极电压。当 RB 的值确定后，再确定 VT1 基极为 0.7V 时 RA 的值。

RA 值确定方法为：用与 RB 等值的固定电阻接在 VT1 的基极上，再用一只 10kΩ 的可调电阻接在 RA 位置上，开始

可调电阻调在 4kΩ 位置。通电后，VT1 基极应为 0.8V，然后将可调电阻逐步调大，当基极电压降到 0.7V 时停止调整，记下可调电阻阻值，这个阻值就是应选的 RA 值（三角牌为 5.6kΩ，美的世纪星为 4.7kΩ）。

RA 值选定后，以固定电阻替换接好，将温度传感器按图接好，开始焖饭试验。在焖饭加热和沸腾过程中，煮饭灯亮，VT1 基极电压为 0.8V，大约 25min 后，因锅底温度不断升高、温控器阻值不断变小。当温控器阻值降至 1kΩ 时，VT1 的基极电压降到 0.7V，VT1 截止，继电器释放、加热器断电，煮饭灯灭、

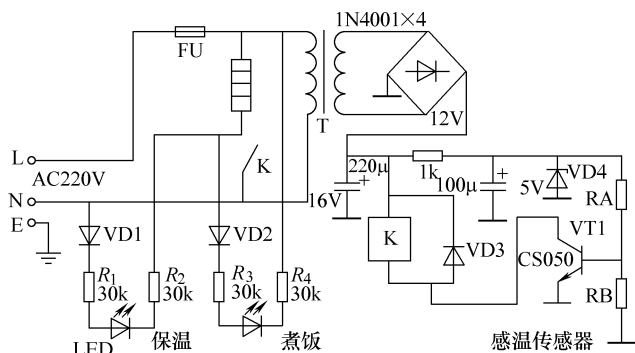


图 1-22 电脑电饭锅电路

保温灯亮；当饭温下降后，VT1 基极电压升高，VT1 又导通，继电器吸合又加热，周而复始进行保温。根据饭熟后的质量（不生不糊）适当调整 RA（饭糊，RA 调大；饭生，RA 调小）。

23. 电源插座电路

家电均要插入插座中，插座的种类很多，有普通插座、组合插座、防爆插座、带开关及指示灯插座、带熔断器插座、地面插座和组合插座箱等。

插座的安装高度应符合工程设计规范要求，一般室内插座距地面不宜小于 1.3m；托儿所、幼儿园及小学不宜小于 1.8m；在实验室、车间、宾馆客房等场所内，插座的安装高度可适当降低，但距地面不得低于 0.3m；特别场所内暗装插座安装高度应不小于 0.15m。单相双孔插座的插座孔水平排列时，右孔接相线，左孔接中线；垂直排列时，上孔接相线，下孔接中线。单相三孔插座的上孔接地（或接零）保护线，右孔接相线，左孔接中线。在插座内接地（或接零）保护端子与中线（零线）端子不得相互跨接，其连接线必须严格分开。三相四孔插座的上孔接地（或接零）保护线，其他三孔的接线应保证在同一场所内，其接线的相序必须一致，一般是右孔接 L1 相，左孔接 L2 相，下孔接 L3 相。在同一场所安装的插座，安装高度应一致，高低差不大于 5mm；成排安装的插座，高低差不大于 2mm，并列安装的相同型号插座，高低差不宜大于 1mm。在地面安装的地面插座应装设保护盖。明、暗插座的安装方法与开关的安装方法相同。故不赘述。

单相两孔插座为面对插座的右极接电源相线，左极接电源零线；单相三孔及三相四孔插座为保护接地（接零）极均应接在上方，电路如图 1-23 所示。

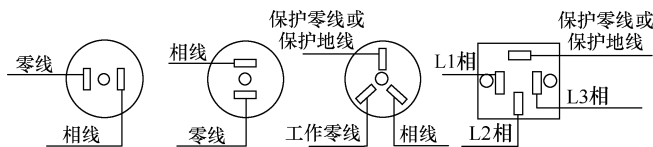


图 1-23 插座的接线电路

24. 电炒锅电路

目前使用电炒锅成为一种时尚，因其快捷、干净、无污染等优点，被消费者所喜欢。电炒锅的电路如图 1-24 所示。

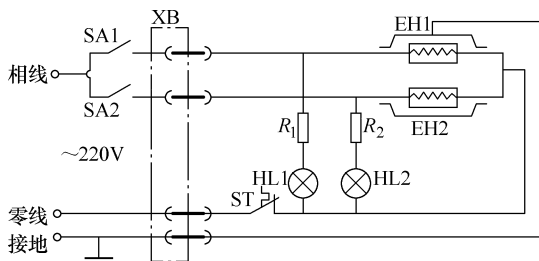


图 1-24 电炒锅电路

图 1-24 中 SA1、SA2 为选择开关，选择高温和低温。XB 为电源连接孔，ST 为调温器，HL1、HL2 为指示灯，EH1、EH2 为不同功率的加热丝。

炒菜时，接通 SA1（SA2），电热丝 EH1（EH2）开始加热，调节 ST，选择需要的温度即可。用完后，关闭电源。

25. 电热壶电路

电热壶是家庭生活中的重要电器之一，它干净、无污染，受到城乡人们的欢迎。图 1-25 是电热壶电路。

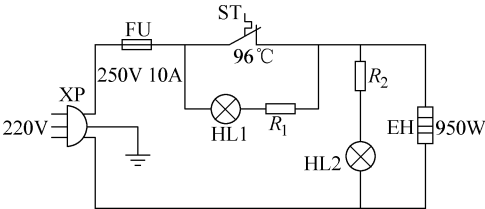


图 1-25 电热壶电路

图 1-25 中，XP 是 220V 电源插头，FU 是熔断器，ST 是调温器，HL1、HL2 分别是保温和加热指示灯，EH 为加热器。

烧水时，将电源插头插入 220V 插座内，加热器开始加热烧水，到达 100°C 时，进入保温状态。ST 调节水温，低于 96°C 时，又会自动加热。

26. 电烤炉电路

电烤炉电路如图 1-26 所示。

电路原理：接通开关 SA1，220V 经过变压器变压，桥式整流后变成直流电，供给电脑控制板电源。根据烧烤的食物，由电脑控制板设定高温还是低温。同时设定时间，继电器 K1、K2 根据电脑板的控制，接通或断开加热器 EH1~EH4。烧烤完毕，断开开关 SA1 即可。

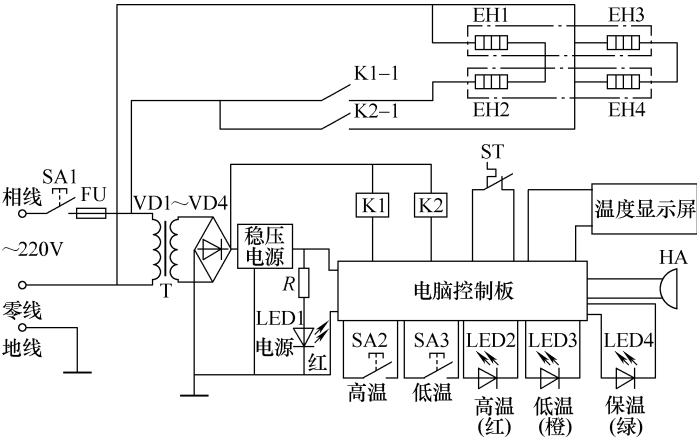


图 1-26 电烤炉电路

27. 电动自行车电路

电动车具有省力、快速、易学、无污染等优点，越来越受到城乡人民的欢迎。

主要技术参数如下：

- 1) 整车重量（含电池）：36V、12Ah≤40kg；
- 2) 标准重量：75kg；
- 3) 最高车速：20km/h；
- 4) 充电时间：2~8h；
- 5) 一次充电耗电量：<0.5kWh；
- 6) 电动机额定功率：180W、200W、240W、300W；
- 7) 爬坡能力：≤6°。

电路工作原理：图 1-27a) 为人们驾驶的电动车的结构图，图 1-27b) 为电动自行车电路。

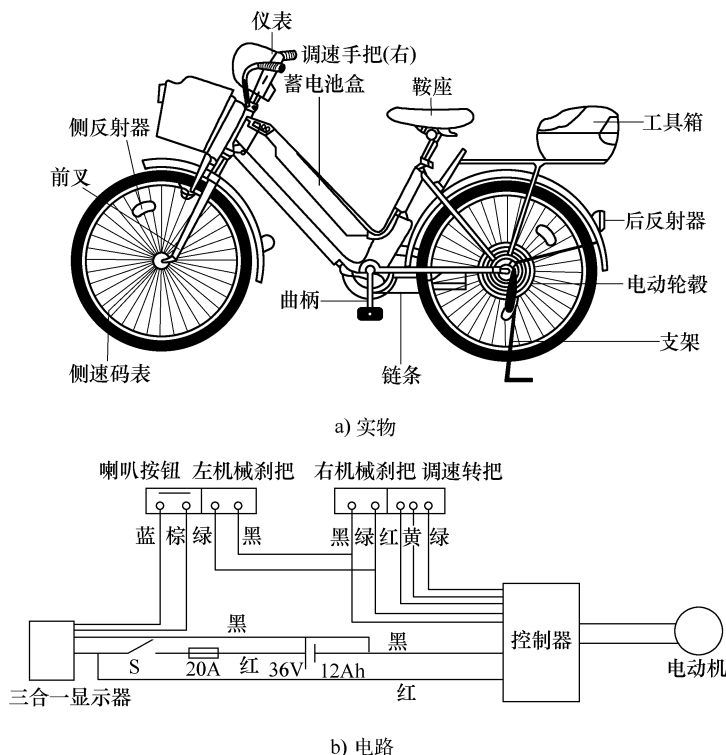


图 1-27 电动车电路

28. 吸尘器电路

使用吸尘器清扫房间，不仅干净卫生、省力、省时、效果好，而且其最大优点是能有效地将尘灰吸聚起来，使尘灰不会扩散飞扬，保持室内空气的清洁。吸尘器的许多优点及应用已逐渐被广大消费者所了解，随着人民生活水平的逐步提高，吸尘器已广泛进入家庭。

图 1-28 所示是春花牌 XDL-60 型立式吸尘器的电路。图 1-28 中，S 为手动开关，L 为电感线圈，VTD 为双向触发二极管，VTH 是双向晶闸管，RP 是调速电位器。接通电源，按动开关 S，当 C_2 两端电压达到触发二极管 VTD 的转折电压时，VTD 导通， C_2 放电，双向晶闸管 VTH 门极流过脉冲电流而被触发导通，从而起动电动机 M。调节电位器 RP，可调整门极触发脉冲的相位，使 VTH 的导通角改变，从而调节电动机电压，控制 M 的转速，达到改变吸尘器吸力大小的目的。 R_2 、 C_3 组成浪涌电压吸收回路，吸收电动机 M 换向时 VTH 两端产生的较高的浪涌电压。

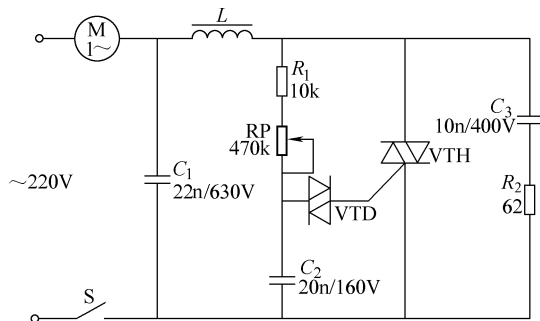


图 1-28 吸尘器电路

29. 电热毯电路

常见的电热毯电路如图 1-29 所示。

电热毯电路由开关 S 控制，当开关 S 接通“全”，220V 电压全部供给电热丝加热，为高温状态。当需要低温时，把开关接通“半”时，电源经过二极管 VD1 半波整流，电压降低一半，为低温状态。用户可根据自己的需要选择。LED 显示加热状态。

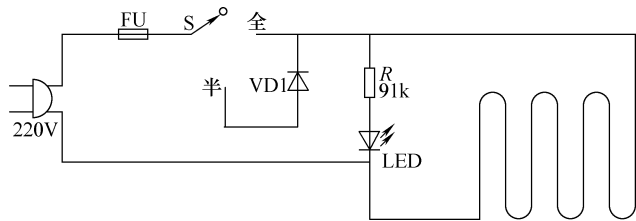


图 1-29 电热毯电路

30. 电熨斗电路

电熨斗是每个家庭必不可少的小家电。分电热式和电喷气式，主要用于衣服的熨烫和整形。电熨斗电路如图 1-30 所示。

当我们用电熨斗熨衣服时，总是担心使用 500W 电熨斗时会因热量过大烫坏衣料，能否将 500W 电熨斗变成 400W 或 300W 使用？如图 1-30XZ 可以实现这一点。电路中采用电容器降压的办法，减小电熨斗电热丝上消耗的功率。经计算在 400W 和 300W 时的电熨斗降压电容分别为 60 μ F 和 40 μ F。降压电容的耐压均应在 400V 以上，可选用纸介电容，但不能用电解电容器。没有合适电容量的电容时，可用几只电容器并、串联使用。 R_1 和 R_2 是放电电阻。

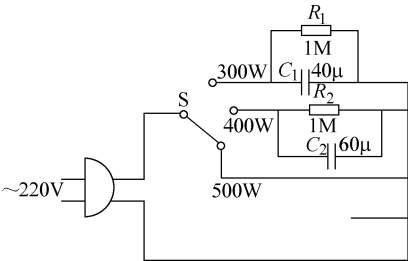


图 1-30 电熨斗电路

31. 电加热饮水机电路

普通的家用饮水机打开加热电源后，不管房间内有没有人，或者不论是白天还是夜晚都一直处于加热、保温状态，加热罐内的纯水被长时间反复加热，不但不利于健康而且还相当费电。针对上述缺点，对普通的家用饮水机加以改造，利用微波感应原理使饮水机能自动探测房间内有无人员活动，同时判断房间内的人员是否只是短暂经过，再自动控制加热功能，使饮水机具有智能化和节电功能。其工作原理分析如下：

(1) 电源电路 如图 1-31 所示，220V 交流电经电容 C_1 降压、VD1 半波整流、 C_2 滤波、 R_1 限流、VS 稳压，组成了典型的电容降压电路，向 NE555 时基电路和 TX902 微波感应控制器提供稳定的 12V 直流电压。

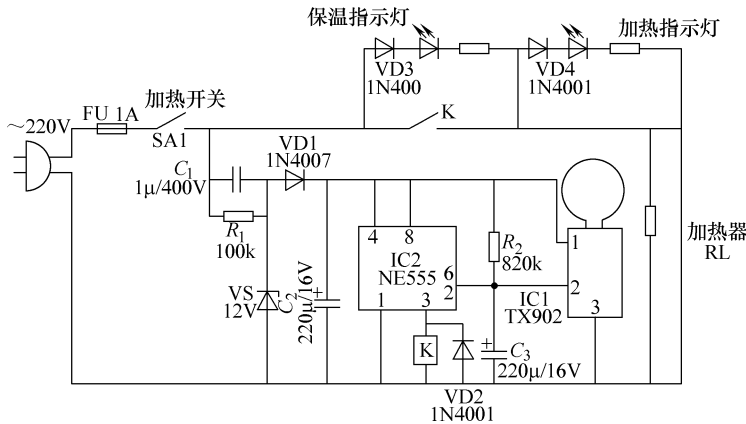


图 1-31 电加热饮水机电路

(2) 微波感应遥控原理 TX902 微波感应控制器内含微处理器, 利用微波多普勒效应, 在一定的空间内建立微电场, 当有人或活动物体进入电场时会反射回波, 经电子电路混频后检测出极微弱的移动频率信号, 此信号经智能处理后, 可输出控制信号。TX902 的有效监控半径为 $1\sim 7\text{m}$ 。这里没有采用热释电传感器的原因主要是考虑改装方便, 而且热释电传感器对热源特别敏感, 容易误动。微波感应控制器只要安装在饮水机塑料面板后面就能进行探测, 不会破坏饮水机外观。TX902 的输出端采用集电极开路输出, 当微波电路检测到有人在监控范围内活动时, 内部晶体管导通 10s , 将 C_3 上的电荷泄放掉。NE555 电路组成单稳延时电路, 当②脚低于 $1/3$ 电源电压时, ③脚输出高电平, 继电器 K 吸合, SA1 接通加热器进行加热, R_2 和 C_3 组成的延时电路延时时间为 3min , 延时时间设定得比较短, 如果人员只是短暂经过, 饮水机加热 3min 后就会自动停止, 如果房间内一直有人, TX902 就会在延时时间内多次触发单稳电路工作, 饮水机就会持续加热直至达到设定温度。

(3) 节能改进 如果要进一步提高节能效果, 需要对饮水机的加热器作一些小改造, 大多数饮水机的保温措施很简单, 仅仅采用两片预成型的泡沫塑料将加热罐围住而已, 所以散热很快。最好能用聚氨酯材料在加热器四周进行现场发泡填充, 这样处理可以使保温材料 and 加热器之间没有间隙, 减少空气流动, 可以大大提高保温效果。

32. 电暖器电路

电暖器是冬季人们取暖的家用电器之一, 该电热采暖器的温度控制器电路由电源电路和温度检测控制电路组成, 如图 1-32 所示。该电路可监控 $1\sim 7$ 个房间的温度。当温度低于设定温度, 电暖器会自动加热, 升温至设定温度, 会自动断电, 停止加热。

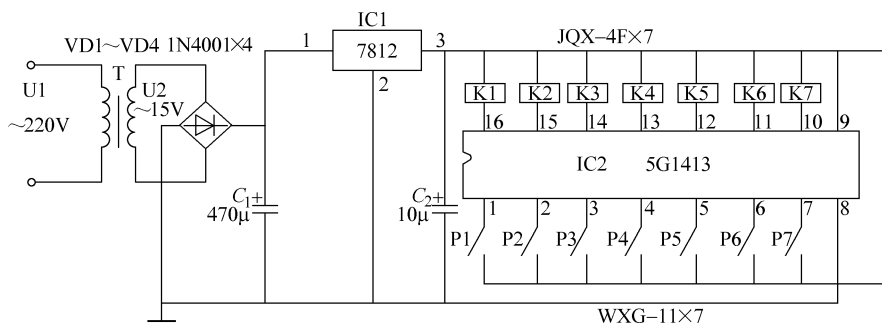


图 1-32 电暖器电路

(1) 电路组成 220V 交流电源经电源变压器 T 降压、桥式整流 (VD1~VD4)、滤波电容 C_1 与 C_2 和 7812 三端稳压集成电路 IC1 组成。在 C_2 端输出 12V 直流电压, 作为温度检测控制电路的工作电源。

温度检测控制电路由七段 LED 数码驱动器集成电路 IC2 和电热点温度计 P1~P7、继电器 K1~K7 组成。P1 和 K1 用于控制第 1 房间的室温, P2 和 K2 用于控制第 2 房间的室温……P7 和 K7 用于控制第 7 房间的室温。

(2) 电路原理

1) 当室温低于设定温度。当室温低于设定温度时, 电热点温度计内温度控制触头处于断开状态, 与该路电热点温度计相对应的继电器处于释放状态, 其常闭触点将该路电加热器的工作电源接通, 室温开始上升。当室温上升到设定温度, IC2 内部晶体管导通, 使该继电器吸合, 其常闭触点断开, 电加热器停止工作。

假如第 1 房间的室温低于 P1 的设定温度时, P1 内部的温度触点不接通, IC2 的①脚为低电平, 该脚内接的大功率晶体管处于截止状态, ⑩脚输出低电平, K1 不吸合, 其常闭触点将第 1 路电加热器 (电路中未画出) 的工作电源接通而开始加热。

2) 当室温超过设定温度。当室温上升至 P1 的设定温度时, 其内部的温度触点接通, 使 IC2 的①脚变为高电平, 该脚内接的晶体管导通, ⑩脚输出高电平, K1 吸合, 第 1 路电加热器断电而停止加热。当温度下降后又重复上述工作过程。如此周而复始, 使室温恒定在 P1 的设定温度值上。

33. 电动按摩器电路

按摩疗法又称为推拿,是我国医学治疗方法之一。传统的方法是治疗者用双手在人体的一定部位采用按、摩、揉、拿、拉、叩、振、摇等八种手法进行治疗,可以疏通经络、调和气血、镇静止痛、促进吸收、缓解粘连、兴奋提神、解除疲劳、调整机体功能等作用,能治疗多种疾病,是医疗中一种有力的治疗手段。传统按摩方法是由人力实现的,这是一种强体力劳动。为了解决这一问题,人们研制了电动按摩器。

电动按摩器多数使用交流电源(220V、50Hz),其功率消耗不大5~35W。它具有使用方便、效果显著、临床适应性广的特点。它不仅广泛用于医院理疗科,而且在浴室、理发馆、运动队、家庭中也普遍使用。

电动按摩器的工作原理是:当电源接通后,电动机开始旋转,其旋转力通过联轴弹簧带动偏心轮转动,由于偏心轮的重心偏移轴心,因此其旋转时便产生不平衡的快速摇动。按摩器装上适当的按摩头,放在需要按摩的部位,即可由高速振动达到较理想的按摩效果。

电动按摩器通常采用小型炭刷电动机,它的转速高、转矩大,是一种交直流两用电动机,转速约为5000~10000r/min。由于按摩头直接受偏心轮旋转产生振动的影响,故按摩次数就是电动机旋转的圈数。电动按摩器有调节按摩力强弱的装置。电动机转速愈高,偏心轮产生的摇动力愈大,按摩头产生的按摩力愈强;反之,按摩头产生的按摩力弱。当输入电动机的电压高时,其转速就高;当输入电压降低时,转速也降低。通常在电路中接入二极管,通过开关的不同位置,变换电路中元器件的连接形式,从而改变输入电动机的电压,即可改变转速。电动按摩器电路如图1-33所示。

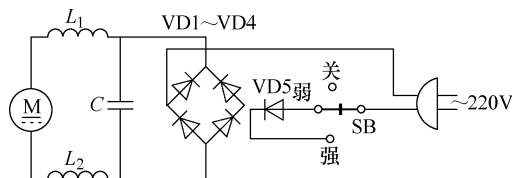


图 1-33 电动按摩器电路

由电路图可知,当电源开关SB在“关”位置时,电路不通,电动机不转。当开关SB为半波整流时,电动机输入电压低,因而转速低。当开关拨至强位置时,交流电不经过半波整流,电动机输入电压是半波整流时的2倍,电压高,电动机转速最高。电路中 L_1 、 L_2 、 C 组成抗干扰电路,防止由于电动机的炭刷与换向器摩擦时产生的电火花,干扰收音机或其他电子设备。

34. 冷暖两用空调器电路

图1-34所示是冷暖两用空调器电路。其工作功能如下。

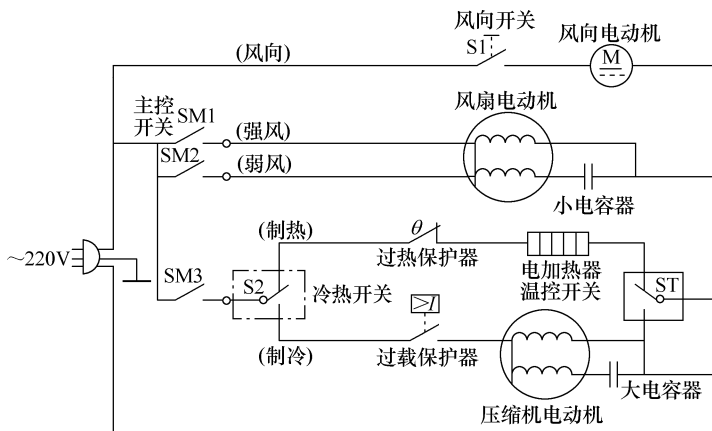


图 1-34 冷暖两用空调器电路

(1) 制冷功能 接通电源,旋动温控开关ST至限位点,再将主控开关旋至“强风”或“弱风”挡,即接通S1或S2触点,风扇电动机起动。将冷热开关S2接到“制冷”点,旋动主控开关到“高冷”或“低冷”点,即可起动压缩机制冷,使室内降温。

(2) 制热功能 将冷热开关S2旋至“制热”点,接通电加热器电路,电加热器开始发热,则可实现制

热取暖功能。

(3) 通风功能 如果仅作通风用时, 只要接通风向开关 S1, 使风向电动机工作即可。

35. 电冰箱电路

本产品是电驱动压缩直冷式冷藏冷冻箱。下室为冷冻室, 抽屉式结构, 温度在 -18°C 以下; 上室为冷藏室, 温度在 $0\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间, 用户可以根据需要自行调节。

本电路采用了高效静音压缩机和特殊箱体发泡技术, 具有低噪声、低能耗的特点, 特别适合于家庭和商用。冰箱外观采用流线型设计, 高雅美观。电路如图 1-35 所示。

压缩式电冰箱利用压缩机的吸气作用降低蒸发器内的压力, 当压力降低到与某一温度相对应的蒸发压力时, 蒸发器内的液态制冷剂迅速汽化吸热, 使冷冻室的温度降低到与该蒸发压力相对应的蒸发温度。同时利用压缩机做功将低温低压的蒸气变为高温高压的蒸气, 压缩到冷凝器中, 将热量传递给空气, 使之冷却为常温高压的液态制冷剂。经毛细管节流减压后又重新进入蒸发器, 进行蒸发吸热制冷, 如此往复循环达到制冷的目的。

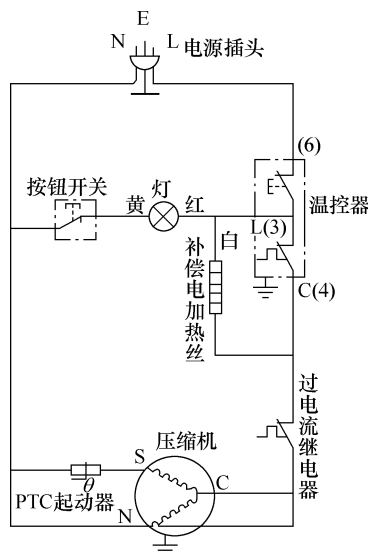


图 1-35 华凌电冰箱电路

36. 电冰箱断电保护器电路

电路能在电源停电的状态下继续工作 5min, 达到保护电冰箱的作用。

电冰箱断电保护器电路如图 1-36 所示。T 为电源变压器, 220V 电压经 VD1~VD4 桥式整流后对 C_1 充电, 供给控制电路 +12V 电压。首次使用, 由于 C_3 上没有电荷, VT2 截止, A 点为高电位, VT3 截止, 双向晶闸管 VTH2 由于 VD7 的触发而导通, 负载得电, 电冰箱起动工作。

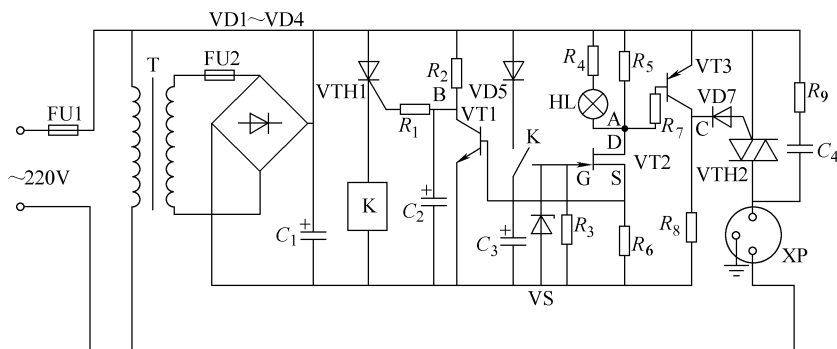


图 1-36 电冰箱断电保护器电路

与此同时, R_2 对 C_2 充电, 使 B 点电位上升, 通过 R_1 触发晶闸管 VTH1 导通, 继电器 K 吸合, 其常开触点 K 闭合; 二极管 VD5 对 C_3 充电, 电压为 +12V, 电路处于停电保护的预备状态。

一旦电路断电, 继电器 K 失电, 常开触点 K 释放, 由于 C_3 充有电荷, 电压为 +12V, 加在 VT2 的栅极上。因为栅极与源极、漏极之间没有电流的联系。故 C_3 上的电荷基本保持不变。 C_3 上的电压加在 VT2 的栅源极之间, 使 V_{GS} 大于 VT2 的开启电压 V_i , 从而使场效应晶体管的漏极与源极之间形成一定的导电沟道, 虽然电源没有电压, 但漏极 D 与源极 S 之间, 相当于开关闭合状态。这段时间, 若电源来电, VT2 处于导通状态, 使 A 点处于低电位, HL 灯亮表示延时保护。晶体管 VT3 导通, C 点处于高电位, 二极管 VD7 截止, 双向晶闸管 VTH2 得不到触发电流而截止, 电冰箱不工作。

在这段时间内, R_6 上取样电压始终使晶体管 VT1 导通, B 点处于低电位, 晶闸管 VTH1 不触发, 继电器 K 不吸合, 常开触点 K 不动作, 维持 A 点低电位。A 点低电位的维持时间可由调节 R_3 来控制。

随着 C_3 对 R_3 放电, C_3 上电荷减少, 场效应晶体管 VT2 的漏、源电流逐渐减少, R_6 上取样电压减

少，最终导致 VT1 截止，B 点电位上升，触发 VTH1 导通，继电器 K 得电，常开触点 K 闭合，VT2 截止。A 点转为高电位，C 点转为低电位，二极管 VD7 触发，VTH2 导通，电冰箱得电工作。

稳压二极管 VS，用于保护 VT2 场效应晶体管， R_9 、 C_4 串联后与 VS2 并联，保护双向晶闸管 VTH2、 R_4 、HL 为延时指示电路。

37. 卫生间自动干手器电路

如图 1-37 所示是卫生间自动干手器电路。图中，LED 为发光二极管，VT 是光敏晶体管，LED 与 VT 组成红外线光耦合器，作为信号传感器，TWH8778 开关集成电路作为控制元件。

当手伸到光耦合器下面时，TWH8778 开关集成电路的⑤脚电位高于 1.6V 而导通，电流经 R_4 触发双向晶闸管 VTH 使其导通，远红外线加热器 EH 工作，将手烘干。手离开后，开关电路自动截止，EH 停止工作。

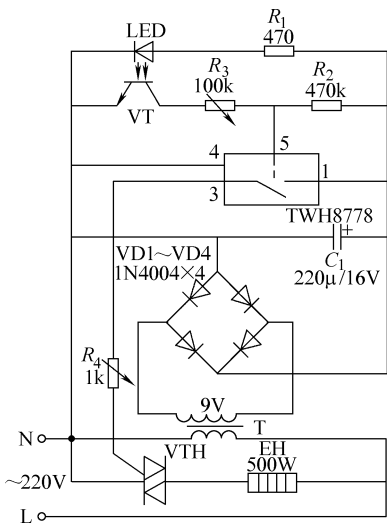


图 1-37 卫生间自动干手器电路

38. 太阳能热水器供水电路

太阳能热水器上水自控电路如图 1-38 所示。图中，Y 为全自动洗衣机进水电磁阀，线圈 L，SA 用彩色电视机的交流电源开关代替。

(1) 自动供水过程 变压器 T 与 VD1、VD2、C 组成全波整流电路为控制电路提供电源。VT1、VT2 组成复合晶体管，既提高了功率，又增加了放大倍数。A、B 两端接双芯线，用作电极，双芯线由溢水管伸到水箱的溢水口附近。需要上水时，按一下自锁开关 SA，YV 即通电上水，上水指示灯 LED 点亮，此时 VT1、VT2 均截止。

(2) 水满溢出 当有水溢出时，A 点经水接 B 点，VT1、VT2 导通，SA 中的线圈 L 通电，SA 解锁复位，整个电路自动断电，上水结束。

在此装置中，进水电磁阀与原上水阀并接，以便停电时手动上水。

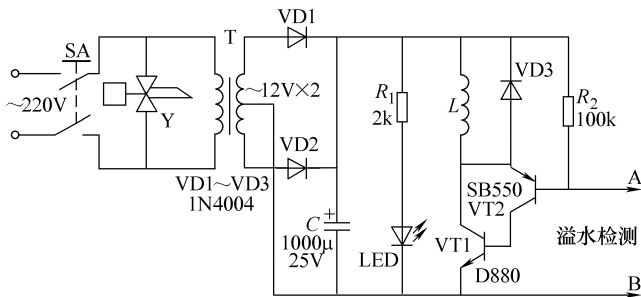


图 1-38 太阳能热水器供水电路

39. 电子捕鱼器电路

本捕鱼器用 12V 蓄电池供电, 容量为 $30\text{A} \cdot \text{h}$ 时电池可使它连续工作 $6 \sim 8\text{h}$ 。使用时, 电路输出 20kV 以上的脉冲, 脉冲功率大于 100W 。将两个高压输出电极相距 $0.5 \sim 1\text{m}$ 放入水中, 按动按钮 SB 即可将一定范围内的鱼电晕, 鱼被电晕后漂上水面, 用鱼网捕捞。停一段时间鱼又会苏醒过来, 成为活鱼。

电路如图 1-39 所示, CD4069 六反相器集成电路与 R_2 、 R_P 、 C_1 构成基本振荡电路, 产生一定频率的脉冲信号, 调整 R_P 可调节输出脉冲的频率。VT1、VT2、VT3 直接耦合作为推动激励电路。VT4~VT7 四个大功率晶体管并联使用, 作为脉冲功率输出级, 总工作电流为 3A 左右。自耦变压器 T 产生 20kV 以上的高压脉冲, 脉冲功率为 100W 左右, 经放电电极 A、B 输出。稳压管 VS 为集成电路提供 6V 的工作电压。

制作时, IC 用 CD4069 六反相器, VS 为 6V 稳压管。VT1、VT2、VT3, $U_{(\text{BR})\text{ceo}} > 50\text{V}$, $\beta > 60$; VT4~VT7, $U_{(\text{BR})\text{ceo}} > 150\text{V}$; 当 $I_c = 2.5\text{A}$ 时, β 值基本相同。自耦变压器 T 用 JQ-86 型汽车高能电子点火器代用。调整 R_P 使总电流为 $3 \sim 4\text{A}$ 。VT4~VT7 应加足够面积的散热片, 高压输出线应采用绝缘良好的专用高压线。

其他元件的选择如图 1-39 所示。

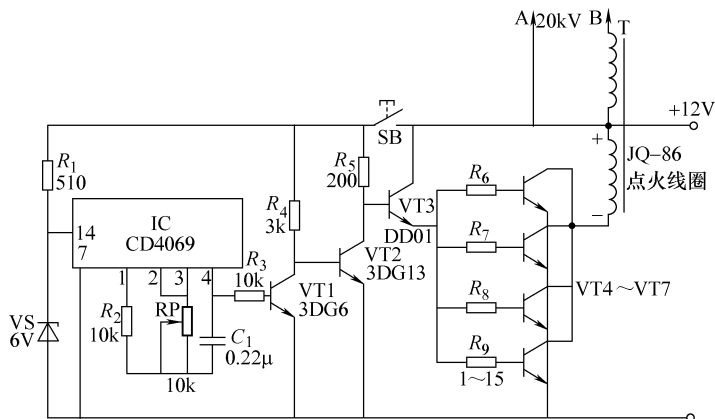


图 1-39 电子捕鱼器电路

40. 电子灭蚊器电路

该灭蚊器采用 PTC 陶瓷半导体作为发热元件, 持续对药片加温。PTC 工作时升温快, 2s 内可升温到 250°C , 且无明火, 不消耗空气中的氧气; 耗电少, 热效率可达 90% 以上; 寿命长, 高达 30 万 h , 用它作为加热元件, 安全可靠。

电路如图 1-40 所示, 图中 HL 起电源指示作用, R 为 HL 的限流电阻。

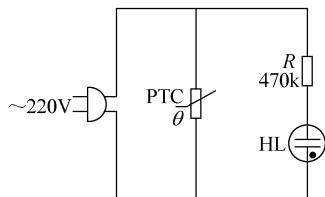
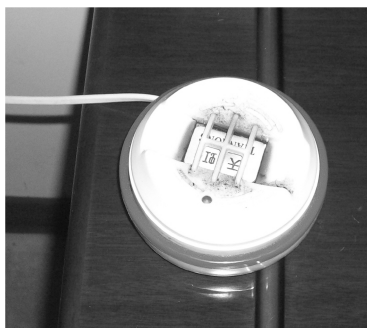


图 1-40 电子灭蚊器电路

41. 有线电视增加接收频道电路

这里给出的电路, 不用改造电视机即可实现 CATV 增补频道的接收, 同时具有电路简单、性能好、制作容易的优点。

电路中使用了两个功能部件：一个是带 AV 输出的一体化电子调谐器（俗称高频头），它可将接收到的 CATV 全频道电视信号最终转变为视频（Video）信号和音频（Audio）信号；另一个部件是调制器（射调器），可将音、视频信号调制到电视机的某一频道上，由电视机收视增补频道节目。对于有音、视频输入端口的电视机，可不用射调器，而直接与高频头的音、视频输出端相连。

电路如图 1-41 所示，S 用于波段选择，RP 用于选台，7812 三端稳压器产生 +12V 电压，分别供给高频头和射调器。

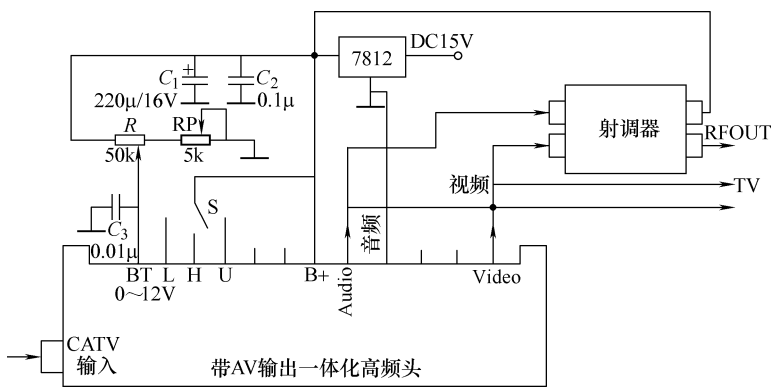


图 1-41 有线电视增加接收频道电路

42. 电子消毒柜电路

图 1-42 所示是臭氧电子消毒柜电路，主要由臭氧电子管、臭氧发生器专用固态集成电路和升压变压器组成。可对细菌进行消毒。

通电后，220V 的交流电经变压器 T1 降压而得到 9V 的交流电压，再经 VD1~VD4 桥式整流、电容 C₁ 和 C₄ 滤波、IC1 稳压后，得到 6V 直流电，加到 TWH9221 臭氧发生器固态集成电路 IC2 上。

当按下按钮 SB 时，IC2 即刻被触发且处于定时状态。此时，IC2 的⑥脚输出 15kHz 高频振荡信号，经电阻 R₂ 直接加到晶体管 VT 的基极上进行功率放大，再经高频升压变压器 T2 升压后获得 1.6kV 左右的高电压，使臭氧电子管产生出臭氧气体。当 IC2 内部定时电路延时到 4min 左右，IC2 ⑥脚输出的振荡信号自动消失，电路停止产生臭氧气体。

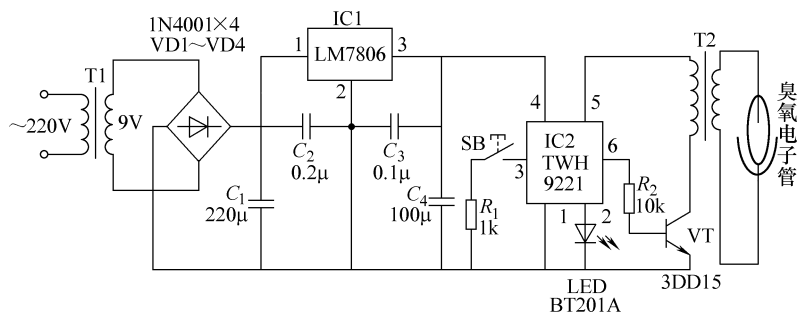


图 1-42 电子消毒柜电路

43. 电动缝纫机电路

将普通的缝纫机改装成电动缝纫机，省力、省时、提高速度。

改装的电动缝纫机的电路如图 1-43 所示。图中，SQ 为行程开关，S 为微动开关。调整 RP 可调电位器，使电动机的转速降低约一半。使用时，踏动脚踏开关，行程开关 SQ 闭合，电动机以额定转速的一半运转，缝纫机慢速转动，微动开关 S 闭合；电位器被短路，电动机以额定转速运转，缝纫机高速转动。

如果采用交流电动机或电扇电动机，则电风扇的电抗器代替图中的可调电位器。如果使用北京吉普车的雨刷电动机驱动缝纫机，应用12V、1A的低压直流供电。这时，可用变压器降压，二极管整流，取得的低压直流电因为是低压用电，所以改装后的缝纫机使用时极为安全。有条件的话，再加装晶闸管调速，使改装后的电动缝纫机更为理想。改装后的缝纫机应接好地线，注意用电安全。

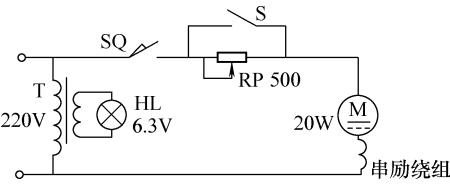


图 1-43 电动缝纫机电路

44. 双向对讲机门铃电路

农村一般院落较大，在门外叫人不方便，安装一台多功能对讲门铃很有用处。这种门铃在客人来访时，只要按下按钮，主机便能发出音乐呼叫信号，主人拿起受话器，双方便可以对讲。对讲机门铃电路如图1-44所示。

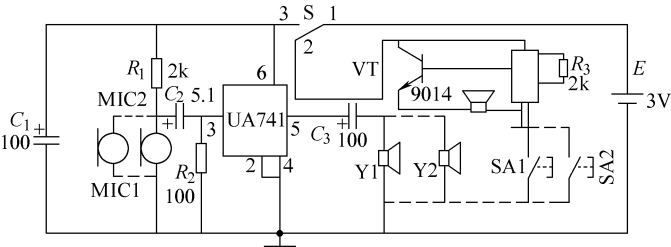
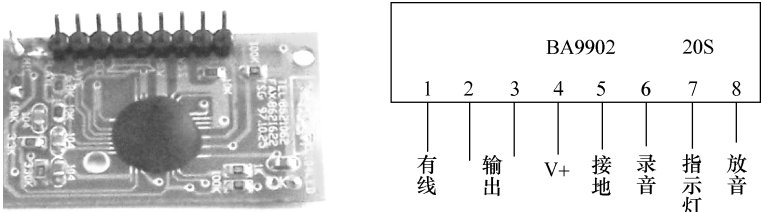


图 1-44 双向对讲机门铃电路

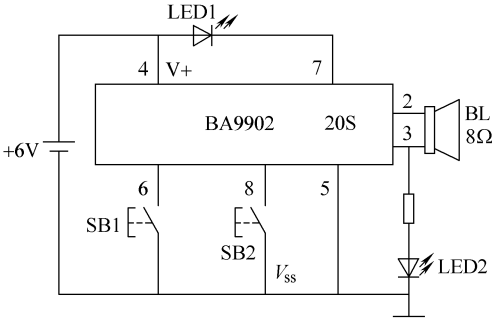
45. 家用语音录放电路

本语音录放机录入信息可以保存100年，重复播放10万次，耗电 $1\mu\text{W}$ ，5~6V直流供电，录放电流为25mA。时间20s，如图1-45所示。



a) BA9902芯片

b) BA9902 引脚



c) 电路

图 1-45 家用语音录放电路

46. 燃气烟道式热水器电路

烟道式热水器在质量完全符合国家标准 GB 6932-2001 要求的前提下, 满足了现代家庭需求及时代发展的审美观要求, 造型美观大方, 操作简便, 设置多重保护装置, 是分别使用天然气、液化石油气及人工煤气为燃料的燃气热水器, 它可为沐浴、洗手、洗衣及其他洗涤情况快速连续地提供热水。电路如图 1-46 所示。

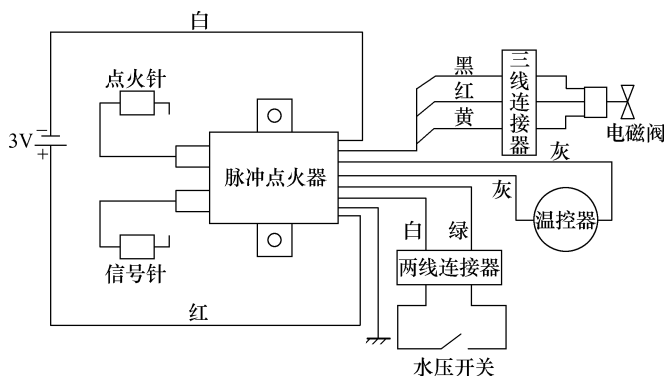


图 1-46 燃气烟道式热水器电路

47. 卫生间自动冲水电路

卫生间自动冲水器是在普通坐便器的基础上改制而成的,使用后自动冲水一次,简单可靠。不用时电源完全断开,具有节电、使用方便、寿命长等优点。

(1) 电路组成 卫生间自动冲水器电路由电源电路、单稳态触发器和电磁阀控制电路组成,如图 1-47 所示。电源电路由降压电容 C_1 、整流二极管 VD1、稳压二极管 VS 和电容 C_2 等组成。

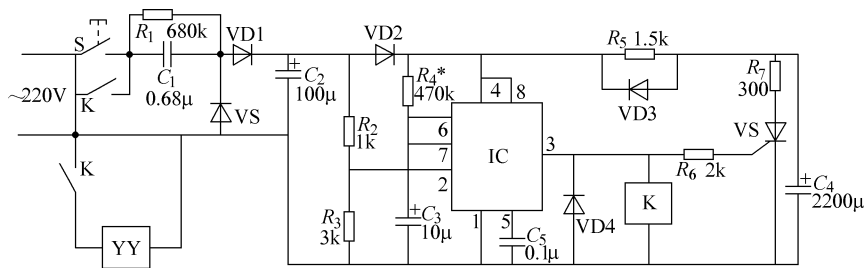


图 1-47 卫生间自动冲水电路

(2) 工作过程 掀开坐便器盖时, 开关 S 被接通, 交流 220V 电压经 C_1 降压、VD1 整流、VS 稳压及 C_2 滤波后, 为电路提供工作电源。

单稳态触发器电路由时基集成电路 IC 和有关外围元件组成。IC 的②脚触发端初始电压由 R_2 、 R_3 分压后高于 $V_{CC}/3$, IC 的③脚输出低电平, 单稳态触发器处于稳态, 继电器 K 不动作, 大容量电容 C_4 被充满电。

使用完毕, 盖上坐便器盖时, 开关 S 断开, 电路断电, 由于 VD2 的隔离作用, C_2 上的电荷很快被 R_2 和 R_3 放掉, IC 的②脚变为低电平而被触发。此时大容量电容 C_4 经二极管 VD3 为 IC 供电, 单稳态电路被触发后进入暂态, IC 的③脚变为高电平, 继电器 K 吸合。K 闭合后自锁, 使电路恢复供电, K 闭合接通电磁阀 YV, 开始冲水。同时, 电源经电阻 R_4 为 C_3 充电, 当 C_3 充电使 IC 的⑥脚电位升高至 $2V_{CC}/3$ 时, 暂态结束, IC 的③脚翻回低电平, 继电器 K 释放, K 断开, 使整个电路断电, 冲水结束。

电路中使用了晶闸管 VTH 对 C_4 放电, 保证只冲水一次。当 IC 的 ③脚刚由低电平翻转为高电平时, VTH 被触发导通, 将 C_4 放电, 电压降至 $2\sim 3V$ 。若不设置 C_4 放电回路, 则 IC 暂态结束后, 继电器 K 释

阻大。当探针 a、b 插入熟瓜时，瓜电阻较小，D1 输入端为低电平（小于 $V_{DD}/2$ ），D1 输出的高电平分别加到 D2 和 D3 的输入端，一方面使 D2 反相输出低电平，发光二极管（LED）两端获得一定的电位差而发光；另一方面使 D3、D4 组成的音频多谐振荡器工作，压电陶瓷片 B 即发出“嘀——”的响声。探针 a、b 插入生瓜时，瓜电阻较大，D1 输入端处于高电平（大于 $V_{DD}/2$ ），其低电平的输出端分别“封住”D2 和 D3 输入端，使 LED 不发光、B 无声，根据 LED 和 B 是否发光和发声，即可判别所测西瓜的生熟程度。

电路中，RP 为报警灵敏度调节电位器。 R_1 是 LED 的限流电阻器 1， R_2 和 C 为振荡电阻器和电容器。D3、D4 组成的多谐振荡器频率由公式 $f = R_2 C / 4$ 决定，按图中所给出的数值计算得到的频率 f 约为 1400Hz。由于电路工作时 D1 翻转的门限值为 $V_{DD}/2$ ，它与电池 GB 的电压高低无关，所以电路工作点不受 GB 的电压变化影响，电路工作很稳定。

50. 电饭锅温度控制电路

家用电饭锅煮饭时分加温和保温两个过程：煮饭时首先加热到约 103°C ，使饭煮熟，然后再将饭保温在 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。普通电饭锅采用机械触点控制温度，比较容易损坏。这里介绍一种电饭锅全电子控温电路，由于没有机械触点，故具有使用寿命长、稳定、可靠的特点，可用来修复温控装置已坏的电饭锅。

（1）工作原理 如图 1-50 所示。温度传感器的 NTC 热敏电阻 RT 的阻值随着温度的升高而减小，它和 R_1 、 R_2 及 RP1 等组成感温电桥。改变运算放大器 IC 的③脚电位可改变控制温度。单向晶闸管 VTH1 用作两个温控过程的转换元件。双向晶闸管 VTH2 为加热开关。

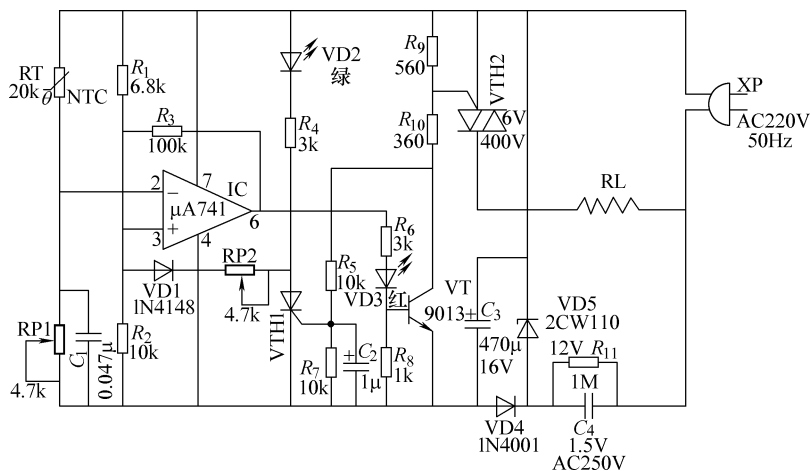


图 1-50 电饭锅温度控制器

电饭锅煮饭的过程如下：

1) 煮饭过程：放好米和水后，接上电源，因锅内温度较低，安装在锅底的热敏电阻 RT 阻值较大，IC ②脚电位低于③脚电位，其⑥脚输出高电平，VT 导通，使 VTH2 触发导通，加热盘通电升温。同时 VD3 发光以指示加热。由于此时 VT 集电极为低电平，故 VTH1 截止，其阳极为高电平，VD1 截止，使 RP2 对电桥参数没有影响。

2) 保温过程：饭煮熟后，锅内水被煮干，锅底温度开始高于 100°C ， R 阻值进一步减小。当温度达到 103°C 时，IC 的②脚电位高于③脚电位，⑥脚输出低电平，VT 截止，使 VTH2 阻断，加热盘断电停止加热。此时 VT 集电极为高电平，VTH1 被触发导通并自锁，通过 RP2 使 IC 的③脚电位降低，从而使控制温度预设值降低，电饭锅进入保温阶段，这时 VD2 发光以指示保温。

停止加热后，温度下降，当温度低于 65°C 时，IC 的②脚电位低于③脚电位，⑥脚为高电平，加热盘通电加热；当温度高于 70°C 时，IC 的②脚电位高于③脚电位，⑥脚为低电平，加热盘断电停止加热。重复上述过程即可将温度控制在 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。为避免加热盘开/停过于频繁，电路中 R_3 作为正反馈，使 IC 的③脚

电位产生回差,使控制温度有一定的变化范围。 R_3 的阻值越小,温度变化范围越大。

(2) 元件器选择 IC 选用 $\mu A741$ 通用集成运算放大器电路。

VTH1 选用触发电流小于 1mA、维持电流小于 3mA 的单向晶闸管; VTH2 选用 6A/400V 的双向晶闸管,负触发电流应小于 -30mA 。

RT 选用负温度系数 (NTC) 热敏电阻,其最高工作温度应大于 110°C ,如 MF12、MF52 等。其余元器件的选用如图 1-50 所示,无特殊要求。

(3) 制作与调试 制作时将 RT 放入一个绝缘瓷管内,安装在锅底原磁钢的位置,使之紧贴锅底。引出线除用绝缘线外,还需套上高温绝缘胶管,以确保安全。

调试时先不接 VD1,在锅内放入适量沙子,插入一支量程为 150°C 的温度计。接通电源,调节 RP1,使温度达到 103°C 时断电停止加热。然后接上 VD1,在 VTH1 导通的情况下调节 RP2 使温度控制在 $65\sim 70^\circ\text{C}$ 。调试结束后再通过实际煮饭看温度是否合适。例如若锅底的锅巴一点也不黄,则可适当调小 RP1 的值,否则调大 RP1,再重新调试 RP2。

51. 家用密码锁电路

为了防盗,许多家庭可以装上密码锁。只有自己人知道,方便开门。但对于不知道密码的人,则无法开门,这就保证了安全。

图 1-51 所示是一种双密码电锁线路。线路中 YA 为操纵锁门或开门的电磁铁。按钮 SB1~SB10 装在门外。K1、K2 为中间继电器,继电器 K1、K2 可选用交流 220V 中间继电器。

(1) 自家人开门 自家人知道密码,当开门时,按下按钮 SB1、SB2、SB3、SB4 电磁铁通电,门就可以打开了。

(2) 不知道密码,无法开门 如果有人不知道密码而在尝试开锁过程中,误按按钮 SB8~SB10 中的任何一个,则继电器 K1 动作, K1 的常闭触点断开,切断电磁铁线圈电路,同时电铃发出报警。在这种情况下,即使再按照密码要求按下按钮 SB1、SB2、SB3、SB4,电磁铁也不会动作。那么要想再开锁,就必须使 K1 线圈断电,即同时按下按钮 SB5、SB6、SB7 使继电器复位, K1 的常闭触点闭合,然后才能用密码开锁。改变按钮 SB1~SB10 的接线位置,便可改变密码的组合。双密码电锁是一种双密码电锁电路。电路中 YA 为操纵锁门或开门的电磁铁。按钮 SB1~SB10 装在门外。K1、K2 为中间继电器,继电器 K1、K2 可选用交流 220V 中间继电器。

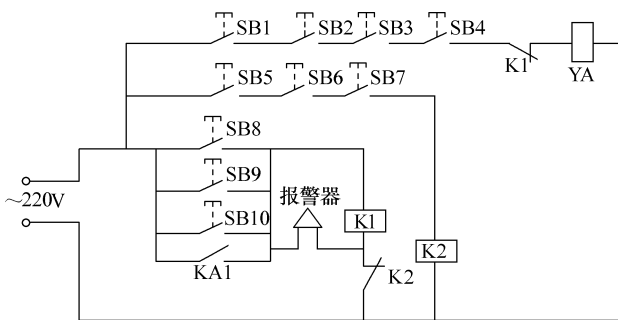


图 1-51 家用密码锁电路

52. 电子表电路

对于家庭上学的孩子来说,早上按时起床,及时去学校读书,是非常重要的家事。如能制作一个电子表定时器,那是一件非常好的事。

它可以控制电饭锅热饭,经过一段时间的使用,性能稳定,定时精确,此外还可以对一些家电进行定时开或关,现介绍如下,供读者参考。

电路如图 1-52 所示。选带闹钟定时功能的电子表。把电子表拆开,去掉里面的扬声器,将原来接扬声器的两根线接到晶闸管 VTH 的第二主 T2 和门极 G 上。

当继电器线圈 K 有电,串在交流电 220V 上的常开触点接通,电饭锅即可加热做饭,定时时间到了后,会自动关断。

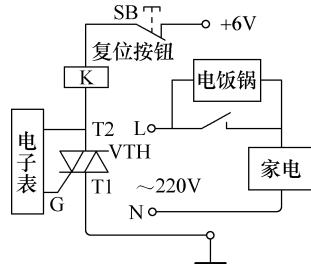


图 1-52 电子表电路

53. 家用音乐验电笔电路

普通验电笔用氖管显示,在强光环境中不易观察判别。音乐验电笔除用发光二极管显示外,还能发出

音乐声来区别有无电源,而且在装有暗敷电线的房间墙壁内可方便测到隐蔽的电线。

图 1-53a 是音乐验电笔的原理电路图。由场效应晶体管 VF、晶体管 VT 组成检测电路。当有电时,市电产生的交变磁场在检测电路中产生感应电动势,使导通的场效应晶体管 VF 变为夹断,VT 导通,发光二极管 LED 点亮,音乐卡电路放音。无电时,VT 导通, V_{SD} 小于 0.7V 而使 VT 截止。

音乐验电笔中的场效应管 VF 采用 3DJ6 型 N 沟道结型场效应晶体管,VT 采用 3DX201B 硅 NPN 型低频晶体管,放大倍数 β 值大于 100。音乐卡电路用普通音乐贺卡电路即可。LED 宜用平时透明、通电后发红光的发光二极管,便于在强光环境下比较。电源用晶体收音机用 4F22 型 6V 层叠电池。电阻及电容均用小型元件。外壳可用市售遥控器外壳代替,参考尺寸为 120mm×36mm×25mm。

图 1-53b 是音乐验电笔的印制电路板,印制电路板尺寸为 32mm×32mm,音乐验电笔的感应圈用线径为 1.13mm 的塑料绝缘铜线做成内径为 3mm 的小圈,焊到印制电路板上,把感应圈远离电源线,闭合电源开关,调整电阻 R_2 阻值,使晶体管 VT 刚好截止。然后把感应圈靠近相线,因电场作用,VF 截止,VT 导通,发光二极管点亮。把电阻 R_3 由大减小,使音乐卡两端电压在 2~3V 间,音乐卡电路工作,驱动压电陶瓷片发声。如把电笔贴于墙壁上缓缓移动,即可由发光二极管发光与否及音乐声判别墙内是否有隐蔽的带电电线,凿墙洞时可避免触电危险。同时,也可找出带电电线的线内断路处。

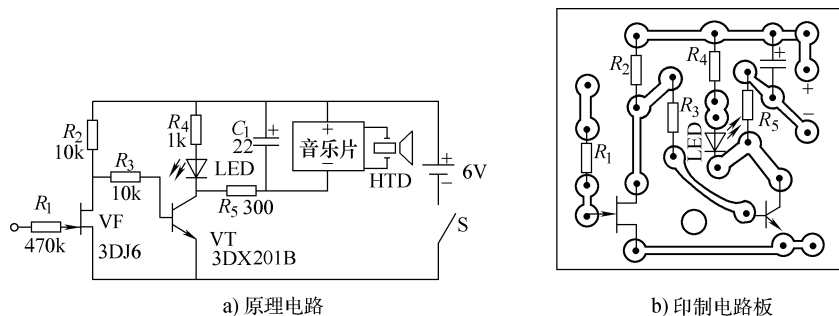


图 1-53 音乐验电笔电路

54. 停电应急灯电路

经常停电的地区会给人们的工作和学习带来很多不便,尤其是学生们晚上做功课困难会更多。本节介绍的停电应急灯电路如图 1-54 所示。平时可用市电照明,停电后通过晶体管超音频振荡器,用电池点亮 8W 荧光灯管,使用方便、省电。同时也消除了普通荧光灯的闪烁现象,减轻了眼睛的疲劳,有利于保护眼睛。

(1) 工作原理 从图 1-54 中可以看出,逆变电路是变压器反馈的间歇振荡器。 R 提供了 VT 的偏流, C_2 决定了电路的振荡频率, C_3 为防止灯管过早发黑而设置的隔直流电容。

(2) 元器件选择 整个电路需用元器件很少,VT 可选用 3DD15 类大功率晶体管, $\beta \geq 80$ 。 R 选用 1/4W 的电阻; C_2 、 C_3 选用涤纶电容为好,元件数值图上已标出。电源变压器选用 10W、220V/9V 的即可。脉冲变压器选用河南省安阳市胜利电子厂生产的成品,电池可选用 6V、4Ah 蓄电池。VD 选用 1N4004 型或其他 2CZ 型,但电流不小于 1A 的整流二极管。

(3) 制作与调试 逆变部分元器件全部焊在印制电路板上。安装时注意脉冲变压器的线头不要焊错,否则电路将不起振而无法点亮荧光灯管。晶体管要加装散热片,可用 2mm 厚的铝板制成,尺寸不小于 30mm×40mm,并按位置打孔,焊接一定要可靠,以便为调试工作减少不必要的麻烦。电源和整流部分可另装到其他木制的或塑料盒子里,再用导线接到逆变电路板上。

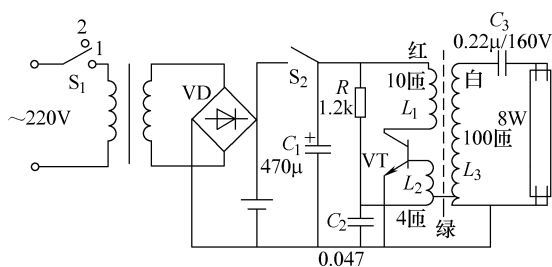


图 1-54 停电应急灯电路

电路只要焊接无误,元器件合格,一般一次通电便可成功。通电前,在电源与印制电路板间串联一只直流电流表,也可用万用表直流电流档。接通电源后,电流表指示不超过 0.6A,可以通过增减 R 的数值达到上述要求。如果不起振,应检查晶体管是否损坏, β 值是否达到要求,或者脉冲变压器线头是否焊错(把脉冲变压器一次侧任一组绕组调换一下线头即可)。

把原来台灯座里的镇流器卸掉不用,装上调试好的电路板,输出的两条引线接到灯管两端的管脚上,开关 S2 仍用原台灯的开关。把电源部分放在写字台下边安全的地方,安装工作便全部结束。

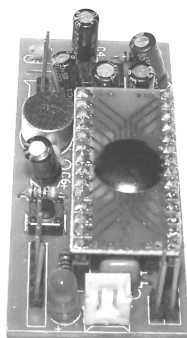
经试验,本电路还可点亮 12W 的荧光灯,成功率为 100%。本电路也可用于流动工作的场所。如野外作业、地质勘探、夏令营活动等,只要携带蓄电池和灯具就可以了。

使用蓄电池时要注意不要过放电,以免损坏蓄电池。当电池电压下降到 5.4V 时,应停止使用,立即充电。也可白天小电流充电,晚上使用。一般电池充满后,可连续使用 6h 左右,充电和放电可用开关 S1 控制, S1 拨到 1 位为充电状态,拨到 2 位为放电状态。

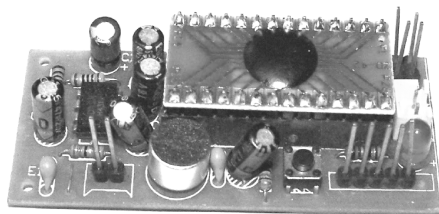
55. 留言机电路

留言机电路如图 1-55c 所示。

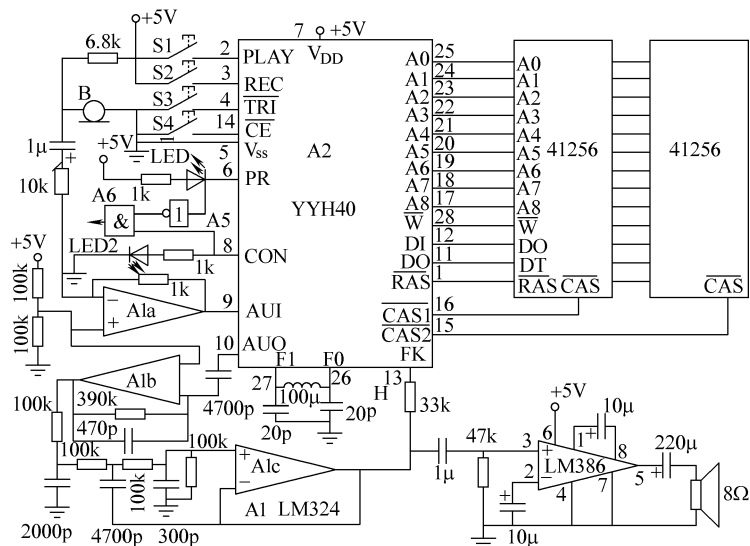
(1) 录音 录音时,将开关 S4 闭合, YYH40 进入工作准备状态。按下按钮开关 S2 后电路开始录音。



a) 电路板垂直放置



b) 电路板水平放置



c) 原理图

图 1-55 留言机电路

送话器B产生的语言信号经A1a组成的放大器放大之后进入A2的AUI端进行语言处理,变成数字量之后存入DRAM中。在录音期间,PR端为高电平,LED1不亮,录制结束之后,PR为低电平,LED1发光。开关S4断开,录音结束。

(2) 放音 放音时也要先闭合开关S4,然后按下按钮开关S1则放音开始。语言信号从AUO端输出,经A1b的放大,A1c和阻容元件组成的滤波器滤波后进入LM386进行功率放大,推动扬声器发声。YYH40芯片组成的电路板如图1-55a、b所示。

56. 电热水器温度调节电路

电热水器温度控制电路,具有水位指示、恒温及防干烧、漏电自动断电保护等功能,使用安全可靠。

(1) 电路组成 本电热水器温度控制器电路由电源电路、漏电保护电路、温度控制电路、水位指示与防干烧电路组成,如图1-56所示。

电源电路由电源变压器T、整流桥堆UR、滤波电容器 C_1 、 C_2 和三端稳压集成电路IC1组成。

漏电保护电路由电流互感器TA、双时基集成电路IC2(IC2a、IC2b)内部的一个时基电路和有关外围元器件组成。

温度控制电路由双时基集成电路IC2内部的另一个时基电路、热敏电阻器RT、晶体管VT、继电器K、电位器RP和有关外围元器件组成。

EH为电加热器;LED1为工作状态指示发光二极管,LED6为电加热器工作指示发光二极管。

(2) 电路原理 接通电源开关S1后,交流220V电压经过T降压、UR整流、 C_1 滤波及IC1稳压后,在 C_2 两端产生+12V电压,作为漏电保护、温度控制、水位指示及防干烧电路的工作电源。

在水箱内温度低于40℃(设定水温的下限温度)时,IC2的⑧脚电压低于 $V_{CC}/3$,③脚输出高电平,使晶体管VT导通,继电器K吸合,其常开触点接通,电加热器EH通电工作,LED6发光。当水温加热至45℃(设定水温的上限温度)时,IC2的⑨脚变为低电平,使VT截止,K释放,EH停止加热,LED6熄灭。当水温下降直至低于40℃时,EH又开始工作,LED1发光,如此循环,水箱内温度恒定在40~45℃之间。

在电加热器EH正常工作时,流过电流互感器TA的绕组W1、W2的工作电流较稳定,绕组W3上的感应电压为0,IC2的⑥脚电压大于 $2V_{CC}/3$,②脚电压低于 $2V_{CC}/3$,⑤脚输出高电平,发光二极管LED1点亮,表明EH正常工作,无漏电现象。

当EH出现漏电时,会导致流过TA的绕组W1、W2中的工作电流突然增大,在绕组W3上将产生感应电压,使IC2的②脚变为高电平,⑤脚变为低电平,LED1熄灭,指示EH存在漏电。同时二极管VD2导通,使IC2的⑩脚变为低电平,⑨脚输出低电平,使VT截止,K释放,将EH的工作电源切断,实现了漏电保护。

S2为漏电保护测试按钮,按下该按钮时,电阻器 R_1 接入电路中,使TA的绕组W1、W2中产生短路电流,绕组W3中产生感应电压,IC2的②脚变为高电平,⑤脚由高电平变为低电平,LED1由点亮状态变为熄灭,说明该漏电保护电路能起到漏电保护作用。

水位指示电路与防干烧电路由水位检测电极AE,电阻器 R_9 、 R_{12} 、 R_{19} ,发光二极管LED2、LED5和模拟电子开关集成电路IC3组成。IC3的4个控制端(⑤脚、⑥脚、⑫脚和⑬脚)分别与水位检测电极A~D相连。当水箱加水,水位上升至电极D处时,主电极E(为接地端,与 $+V_{CC}$ 相连)通过水与D电极相接,使IC3的⑬脚为高电平,该脚内接的模拟电子开关接通,使IC3的①脚变为高电平,低水位指示发光二极管LED2点亮,同时IC2的⑩脚变为高电平,温度控制电路控制EH工作(水位低于电极D时,EH不工作,防止EH因干烧而损坏)。水位继续上升至电极C、B、A时,IC3的⑫脚、⑥脚和⑤脚也相继变为高电平,水位指示发光二极管LED3、LED4和LED5也被相继点亮。

在漏电时,二极管VD2导通,使IC2的⑩脚变为低电平,⑨脚输出低电平,使VT截止,K释放,将EH的工作电源切断,实现了漏电保护。

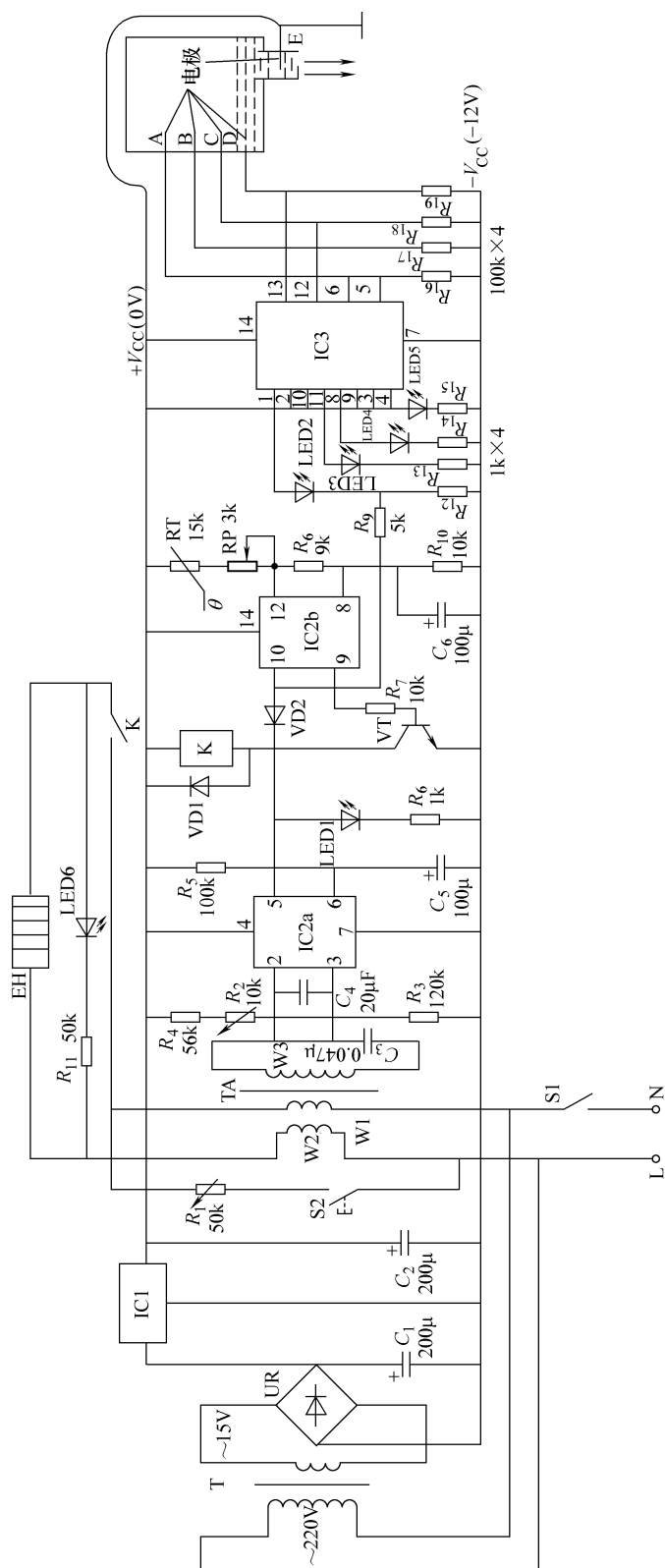


图1-56 电热水器温度调节电路

57. 分体式空调器电路

为了减少噪声,人们把空调器设计成两部分。把噪声比较大的压缩机、轴流风扇等放在室外;仅将少数必须放在室内的部件安放在室内,于是就发明了分体式空调器。分体式空调器分室内机组和室外机组两部分。

空调器的室内机组主要由室内热交换器、离心风扇、毛细管、控制开关、箱体等组成。室外机组主要由室外热交换器、压缩机、轴流风扇、箱体等组成。

分体式空调器制冷时,制冷系统和空气循环系统同时工作。压缩机压出高温高压的 R22 (制冷剂) 蒸气送往室外热交换器 (制冷时为冷凝器) 冷却,把热量传给室外空气,并变成常温高压的液态制冷剂 R22,它经过室外连接的管道流经毛细管,节流后通入室内热交换器 (制冷时为蒸发器),R22 在蒸发器中散发吸收的室内空气的热量,蒸发成为低温低压的 R22 蒸气,被压缩机吸回进行再次循环。

此时,空气循环系统的室外轴流风机与室内离心风机同时工作。室外轴流风扇强迫室外空气经过冷凝器流动,带走 R22 放出的热量,以利于制冷运行。室内离心风扇吸入室内空气,经过滤网过滤净化后,经外壳,在蒸发器中接受 R22 传递给它的冷量,然后吹向室内。如此连续不断地循环使室内空气温度降低。

空调器面板上有“高冷”、“中冷”、“低冷”等旋钮位置。改变这个旋钮位置,并不改变压缩机的转速和制冷系统的制冷效果,而只改变风机的转速,改变空气循环的快慢程度。

空调器在春秋季节使用,不需要改变室内温度,只需通风。当主控开关旋至通风位置,此时压缩机、室外轴流风机不工作,仅留室内风机工作,保证室内的空气循环。

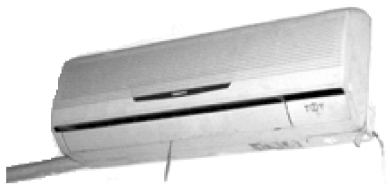
分体式空调器也与窗式空调器一样,既可制冷,也可制热,

电热型分体式空调器制热时,仅让电热丝和室内风机通电工作,电热丝提供热能,室内风扇强迫室内空气流动,把热量散发到室内空间,升高温度,而压缩机和室外轴流风机不工作。分体式空调器的外形、原理电路如图 1-57 所示。

室内机组的电路如图 1-57c 所示。它有两个离心风扇,其输出功率为 35W,上下垂直排列。室内热交换器安装在后侧,是一种管道横向排列的翅片管式热交换器。在风机上部出风栅里面,安装了电加热器元件,功率为 1.8~2.1kW。电源变压器、继电器、热动开关等均固定在离心风扇的下方。由离心风扇吸入的空气,先流经过滤器滤去灰尘,然后经过风机罩壳,到热交换器进行热交换。经过热交换后的冷(热)空气流经辅助加热器,由出风口引出。PSH-3VG6 室内机组使用的是 50Hz、220~240V 单相交流电,输入功率为 0.10~0.12kW,运行电流为 0.4~0.53A,使用辅助加热器时,输入功率为 1.86~2.22kW,运行电流为 8.49~9.28mA

三菱牌分体式空调器的室外机组型号为 PUH-3VG6 或 PUH-3YG。外形尺寸(高×宽×长)为 850mm×800mm×320mm,外形如图 1-57b 所示。它主要由两台轴流风机、一只大型的翅片管式的热交换器、一只全封闭压缩机、一只四通换向阀、一只限流阀(毛细管)、两个球阀和控制电路组成。翅片管式热交换器成“7”字型竖直排列,固定在靠近左侧面板和背后面板处。两台轴流风机用铁板固定在上下面板之间。

压缩机固定在右前下角,四通换向阀和限流器安装在压缩机旁边,压缩机的上部是配电控制板,右后下角是与室内机组连接的两个球阀。轴流风机通电后,空气可从左侧和后侧吸入,先与热交换器及压缩机等进行热量交换,然后由风扇经排风口排出。

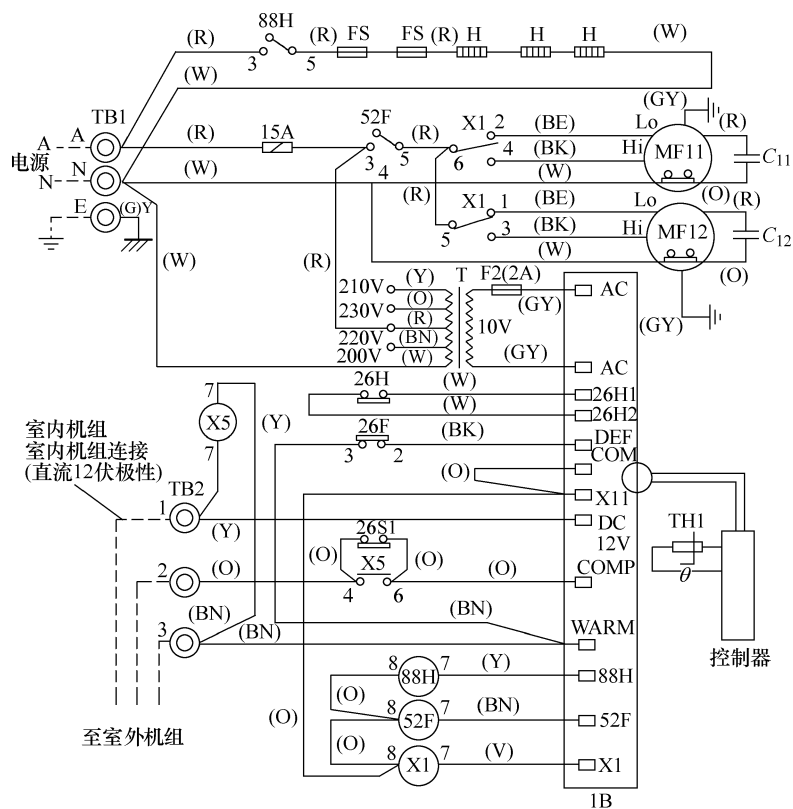


a)室内机外形

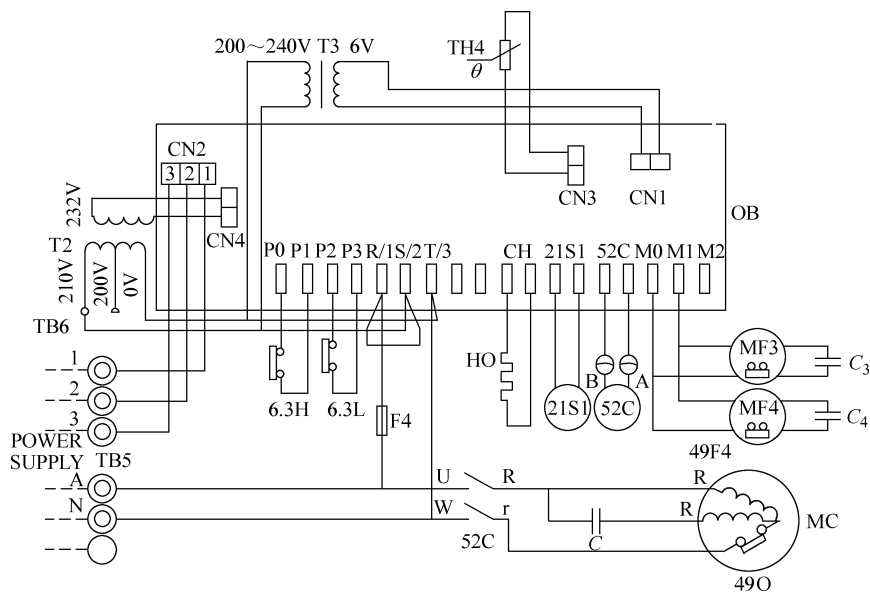


b)室外机外形

图 1-57 分体式空调器电路



c)室内机组电路



d)室外机组电路

图 1-57 分体式空调器电路 (续)

58. 微电脑空调器控制电路

随着人们生活水平的提高,空调器已进入了千家万户。本例介绍的微电脑空调器控制板采用了电子控温,具有实时温度显示和多种保护功能,且工作稳定、使用方便。

电路工作原理如下:微电脑空调器控制电路如图 1-58 所示,主控芯片采用 AT89C52 单片机。接通电源时,单片机首先从 24C02 中读取上次保存的温度设定值和风速运行状态数据,然后处于待机状态。按一下“开/关”键 SB4。空调开始运行,风机按上次设定的状态运转,热敏电阻 RT1 检测室内温度变化,经 A/D 转换处理之后在数码管上显示出当前的实际温度值,显示范围为 $-20\sim+40^{\circ}\text{C}$,当温度低于设定值时,P3.5 输出低电平,压缩机不运转,当温度高于设定值并且 P2.5 脚为低电平时,P3.5 输出高电平,K4 吸合,压缩机开始工作。IC2、VD1、 C_1 、 R_1 构成压缩机保护电路,当压缩机工作时,由于 P3.5 为高电平,该电压经 IC2、VD1 对 C_1 充电,使 P2.5 为高电平,当压缩机停止时,P3.5 为低电平,这时 C_1 对 R_1 放电,使 P2.5 在一段时间内(约 3min)仍保持高电平,在此过程中,压缩机不会再次起动,从而避免了由于瞬时停电、保护、不正确操作以及在温度波动较大的环境中使用等原因导致压缩机频繁起动而带来的损害。

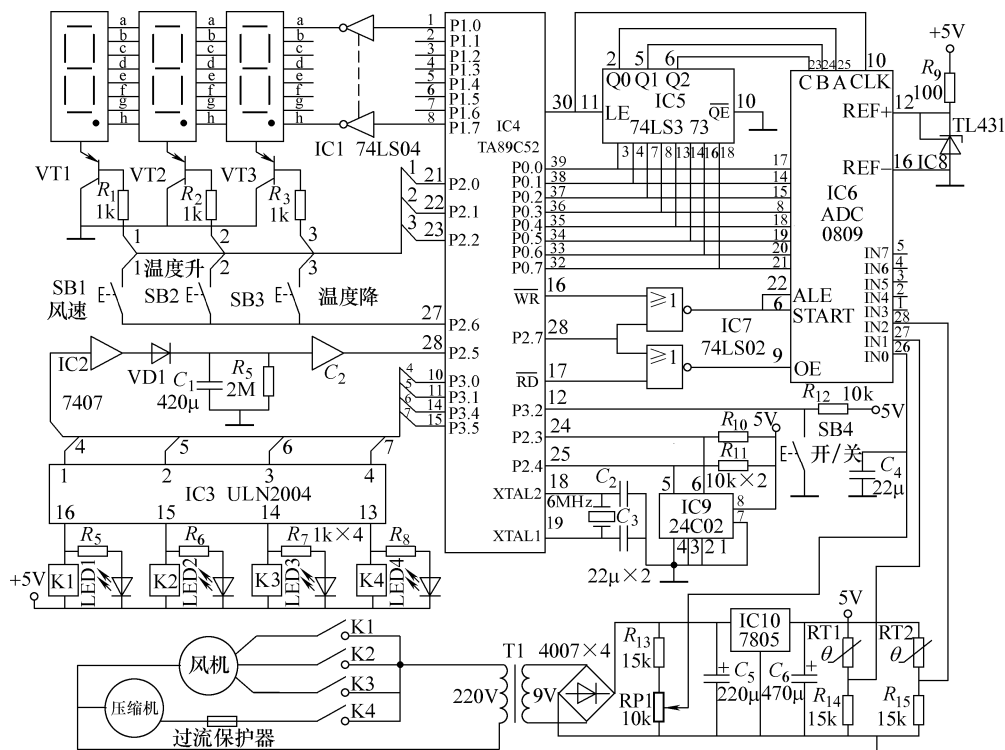


图 1-58 微电脑空调器控制电路

运行过程中,单片机还通过 RP1 不断检测供电电压的高低。如果低于 190V 或高于 270V,则停止空调器工作,并显示错误信息“E01”,当电压正常时继续工作。RT2 安装在蒸发器下部距蒸发器 2mm 的地方,当出现制冷剂泄漏、堵塞等故障时。蒸发器下部会出现较严重的结霜,当霜厚度大于 2mm 时,RT2 接触到霜而感到较低的温度,单片机检测到这一信息,会使空调器停止工作,并显示错误信息“E02”,提示用户进行检修。SB1 是风速设定键,在运行时,连续按动 SB1,K1、K2、K3 会依次闭合,分别接通风机的低速、中速、高速绕组,使风机按相应的速度运行。SB2 和 SB3 是温度设定键,运行时按一下 SB2 或 SB3,数码管由显示温度转变为显示温度设定值,这时按一下 SB2,设定温度增加 1°C ,按一下 SB3,减少 1°C ,设定范围为 $16\sim30^{\circ}\text{C}$ 。在停止按键 10s 后,数码管又转变为显示当前温度值。需要关机时,按一下 SB4,单片机把当前的温度设定值及风机运行状态数据存入 IC9 进行保存,然后停止。压缩机及风机进入待机状态。

59. 洗衣机程序控制电路

(1) 电路组成 本洗衣机程序控制电路由电源电路、多谐振荡器、触发器和控制执行电路组成,如图 1-59 所示。

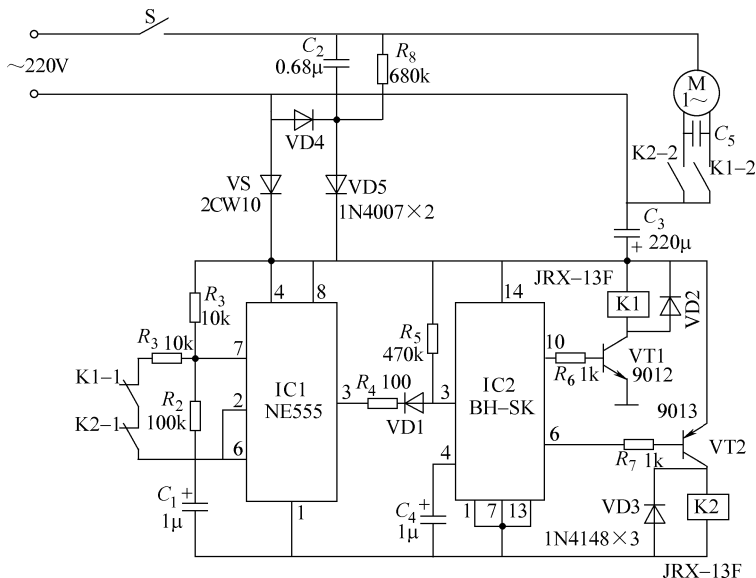


图 1-59 洗衣机程序控制电路

电源电路由电源开关 S、降压电容器 C_2 、电阻器 R_8 、整流二极管 VD4、VD5、稳压二极管 VS 和滤波电容器 C_3 组成。

多谐振荡器由时基集成电路 IC1、电阻器 $R_1 \sim R_3$ 、电容器 C_1 和继电器 K1、K2 的常闭触头 K1-1、K2-1 组成。

触发器由声控集成电路 IC2 (内部由三级模拟信号放大器、整形电路、选频电路、负脉冲触发器和输出驱动电路等组成)、二极管 VD1、电阻器 R_4 与 R_5 和电容器 C_4 组成。

控制执行电路由晶体管 VT1、VT2，继电器 K1、K2，电阻器 R_6 、 R_7 和二极管 VD2、VD3 组成。M 为洗衣机洗涤电动机， C_5 为其起动/运转电容器。

(2) 电路原理 接通电源开关 S，交流 220V 电压经 C_2 降压、VD4 和 VD5 整流、VS 稳压和 C_3 滤波后，产生 6V 直流电压，供给 IC1、IC2 和控制执行电路。

在刚接通电源时，由于 C_1 两端电压不能突变，IC1 的 ②脚和 ⑥脚电压低于 $V_{CC}/3$ ，③脚输出高电平。当 C_1 两端电压充至 $2V_{CC}/3$ 时，IC1 内电路翻转，③脚变为低电平，使 VD1 导通，在 IC2 (IC2 具有 3 种输出状态，每接收到一次低电平触发信号，其输出状态就变化一次) 的 ③脚产生低电平触发脉冲，IC2 的 ⑥脚和 ⑩脚均为低电平，VT2 导通，K2 吸合，其常闭触点 K1-1 断开，常开触点 K1-2 接通，电动机 M 通电正转。

与此同时， C_1 经 R_2 对 IC1 第 ⑦脚内电路放电，当 C_1 上电压放电至 $V_{CC}/3$ 时 (约 15s 左右)，IC1 的 ③脚变为高电平， C_1 又开始充电。当 C_1 两端电压充至 $2V_{CC}/3$ 时，IC1 的 ③脚变为低电平，IC2 受触发后，⑩脚变为高电平 (⑥脚仍维持低电平)，使 VT2 截止，K2 释放，电动机 M 停转。

C_1 经 R_2 、IC1 的 ⑦脚内电路和 R_3 等快速放电至 $V_{CC}/3$ (约 2s 左右)，IC1 的 ③脚又输出高电平， C_1 又开始充电。当 C_1 充电至 $2V_{CC}/3$ 时，IC1 的 ③脚变为低电平，IC2 受触发后，⑩脚变为高电平 (⑥脚仍维持高电平)，使 VT1 导通，K1 吸合，电动机 M 反转。

以下的工作过程与上述相同。这样，洗衣机就一直以正转 15s、停 2s、反转 15s、停 2s、正转 15s 的程序周而复始地循环工作下去。

适当改变 R_2 的阻值，可以改变电动机 M 正、反转的时间。

60. 九阳豆浆机电路

九阳 HDZ-16/JYDZ-16s 型全自动家用豆浆机，采用微电脑控制，实现预热、打浆、煮浆和延时熬煮过程全自动化，并增加了“文火熬煮”处理程序，使豆浆营养丰富，口感适宜。微电脑控制电路如图 1-60 所示。

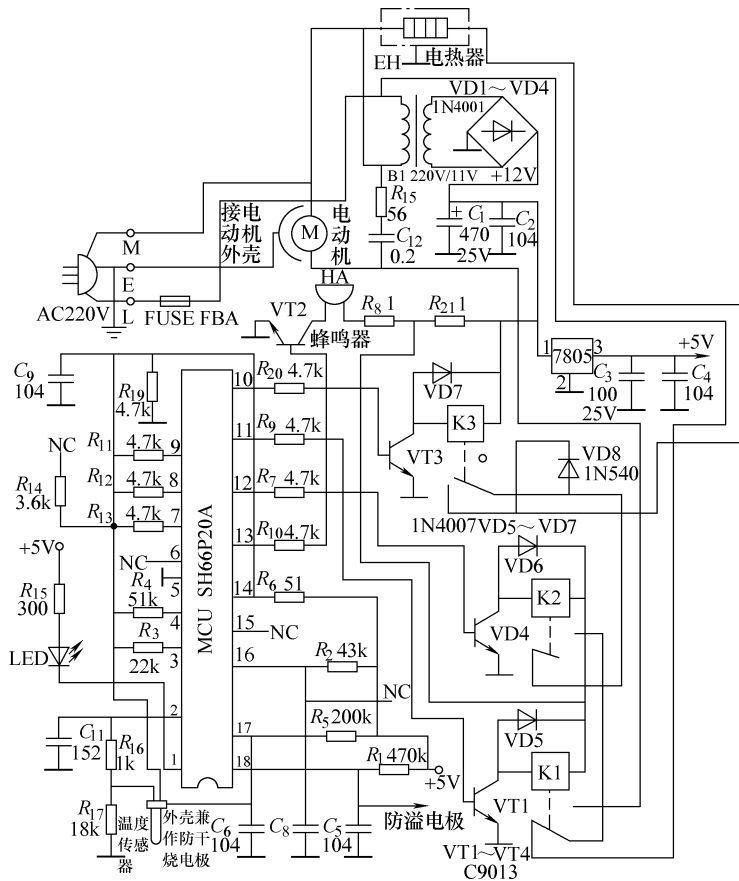


图 1-60 九阳豆浆机电路

(1) 供电原理 首先浸泡豆子、杯体加入清水、豆子装入网罩。然后将机头按正确位置放入杯体中，插上电源，这时微电脑 MCU①脚输出低电平。LED 指示灯亮，同时 MCU⑬脚输出一个正脉冲，VT2 导通，蜂鸣器 HA 发出“嘀”的一声，表示豆浆机进入工作状态。

(2) 电路工作原理

1) 预热开始：MCU⑫脚输出高电平，VT4 导通，继电器 K2 吸合，交流 220V 电源 L 端经熔断器 FU、K1 常闭触点、K2 常开触点、K3 常闭触点到电热器 EH，对杯体内水进行预热。在温度传感器内有一个负温度系数热敏电阻 RT，它与 R₁₇ 组成分压电路，对 +5V (V_{CC}) 分压，分压电压经 R₁₆ 加到 MCU②脚。水温上升，RT 阻值下降，MCU②脚电平上升。当水温达到设定值（一般要求 80℃ 左右）时，MCU 按⑦脚所检测到的高电平指令 MCU⑫脚输出低电平，K2 释放，终止预热。预热需时 8min 左右。

2) 打浆：预热结束后，MCU 的⑪脚输出高电平，VT1 导通，K1 吸合，交流电压经 K1 常开触点，加到打浆电动机 M，带动刀片高速打浆。每次打豆 15s 左右，间隔 15s，打浆共 4 次。MCU⑪脚输出低电平，K1 释放。打浆结束。

3) 煮浆：K2 吸合，按“预热”时的供电线路对豆浆进行全功率的“大火煮熟”，直至豆浆第一次沸腾。当豆浆沸腾时的泡沫接触到防溢电极时，MCU 的⑬脚变为低电平，使 MCU⑫脚输出低电平，K2 释

放，煮浆结束。

4) 延时熬煮：此时 K2、K3 吸合，市电经二极管 VD8，对豆浆进行低功率加热，即“文火熬煮”。K2 与防溢电极配合，每当豆浆沸腾时，防溢电极变低电平，K2 释放，加热停止。待豆浆冷却并使泡沫离开防溢电极时，防溢电极变为高电平，K2 再度吸合，如此使豆浆反复煮沸，充分煮熟。延时熬煮需约 6min 左右。

5) 断电报警：延时熬煮结束后，K1、K2、K3 全释放，电热器 EH 和打浆电动机 M 全部断电。同时 LED 指示灯闪烁。蜂鸣器 HA 发出“笛笛”鸣叫声，提示用户豆浆已制作好了。注意应先拔下电源插头，再取出豆浆。

6) 防溢功能：为防止豆浆沸腾时从杯体中溢出来，特设此项重要的保护功能。防溢电极是用不锈钢制作的探棒，外径为 5mm，有效长度为 15mm，处在杯体上方。平时 MCU 的⑩脚经 R_1 接 +5V 为高电平，当豆浆沸腾时的泡沫上升并接触到防溢电极时，使 MCU 的⑩脚接地，变为低电平，并使 MCU 的⑫脚输出低电平，VT4 截止，K2 释放，电热器 EH 断电，从而达到防溢保护作用。

7) 防干烧功能：防止干烧，避免损坏机器，是豆浆机另一项极为重要的保护功能。防干烧电极是利用温度传感器的不锈钢外壳兼作的，外径为 6mm，有效长度为 89mm，长度比防溢电极长很多，插入杯体底部。杯体内水位正常时，防干烧电极是被浸泡在水中的，MCU 的⑪脚接地；当杯体中水位偏低或无水（或机头被提起），使防干烧电极离开水面时，MCU 的⑪脚经 R_5 接 +5V 高电平，MCU 将发出禁止工作指令。

61. 美的豆浆机电路

美的 DG13-DSE 型智能豆浆机，由稳压电路、微电脑控制电路、温度检测电路、缺水检测电路、防溢出电路、电动机和电热管控制电路六部分组成。整机电路如图 1-61 所示。其工作原理如下：

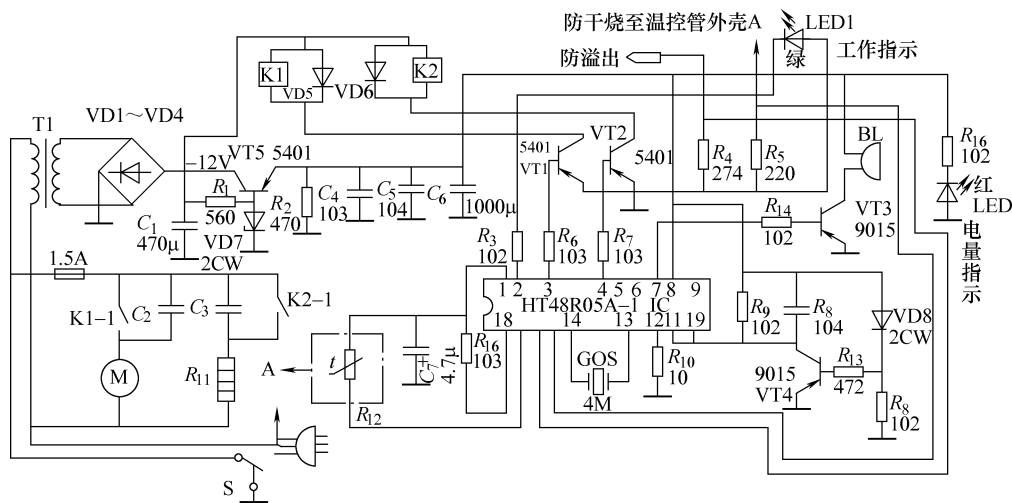


图 1-61 美的豆浆机电路

220V 交流电源经开关 S 后分两路，一路给电动机、电热管供电；另一路经 T1 变压、VD1~VD4 整流及 VT5 稳压得到 -12V 电压和 -5V 稳压。此时电源指示灯（红）亮，-5V 电压经 3.6V 稳压管 VS2 钳位延时后 VT4 导通，使 U2 的⑪脚为高电平。⑬、⑭脚外接的晶振 GOS 与内部振荡器（4MHz）电路工作。使 U2 清零复位后，按设定程序进行工作。

此时，如水位正常，则工作指示灯（绿）亮，同时蜂鸣器发出“嘀”一声响，U2 的④脚输出低电平控制 VT2 导通。继电器 K2 吸合，电热管得电加热。

如果水位低于防干烧检测棒时，U2 的⑮脚经 R_5 变为高电平输入，则 U2 的④脚输出高电平控制 VT2 截止，电热管不能加热；同时 U2 的⑦脚和②脚交替输出低电平，使声光电路报警，直至加水到正常水位时才停止报警，转入正常工作。

当电热管加热水温到 85℃ 时，由于温度传感器（温控管）的作用，使 U2 的④脚变为高电平输出，

VT2 截止。K2 断开，电热管停止加热。同时③脚为低电平输出。VT1 导通，K1 吸合，电动机开始快速旋转打浆。电动机工作 15s 左右，U2 的③脚输出高电平使 VT1 截止，电动机停止转动；U2 的④脚转为低电平，VT2 导通，电热管得电加热（加热时绿灯亮），约 15s 后停止加热。接着电动机、加热管第二次循环轮流工作。电动机累计打浆 5 次后，U2 的④脚转为低电平。加热管持续加热，直至沸腾。

沸腾后豆浆泡沫上升到防溢出检测针时。U2 的⑩脚为低电平，U2 的④脚转为高电平，电热管停止加热。约停顿 6s（绿灯熄灭）。再加热 5s（绿灯亮），如此加热、停止反复 5 次（智能检测），再停止 1min 左右，然后继续加热、停止反复 3 次（智能检测），时间一次比一次短（防溢检测起作用），最后停止工作，绿色指示灯和蜂鸣器交替报警，完成全自动程序。

62. 宠物自动喂养电路

有许多朋友喜欢养犬。但定时定量的喂养使经常出差的主人感到无奈。本例制作的控制器操作简单，面板上仅一个按键就能进行多项设置，并伴有蜂鸣声提示，同时闪烁的发光管说明机器运行正常。电路如图 1-62 所示。

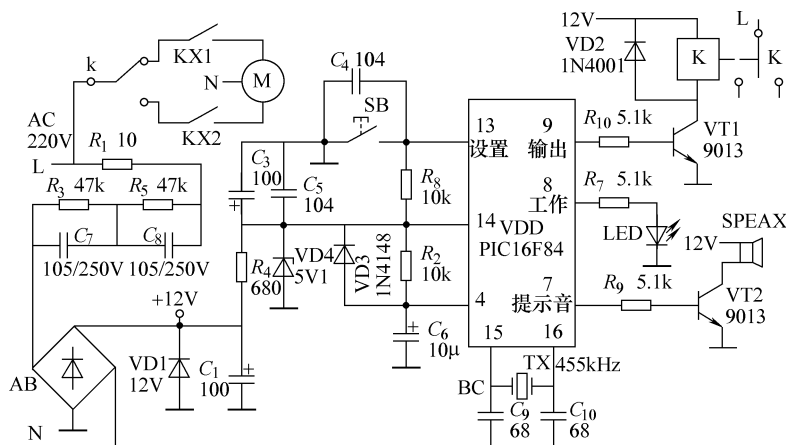


图 1-62 宠物自动喂养电路

（1）喂食机理 根据宠物进食习性，为避免过量食用造成隐患，每次必须限制食物供给量，本控制器能按要求打开储食容器滑板，食物自动流出，达到控制量后自动关闭，从而达到定时定量的目的。本控制器适合流动性较好的成品饲料。

（2）制作方法 买一个手动喂食器加一根拉线，一端接喂食器滑板，另一端固定在电动机转轴上。调节 KX1 使滑板关闭时能断开，滑板完全打开放食物时，KX2 能断开，这样可保证任何情况下电动机不堵转。本控制器以 PIC16F84 为核心，到达喂食时间后 K 吸合，电动机通电正转拉开滑板开始放食物，拉到正常开启位置后 KX2 动作，电动机失电停转；达到设定时间，K 释放，电动机得电反转释放拉线，在拉簧作用下滑板回位、关闭，并使 KX1 动作断电。如果用 K 直接驱动小型电磁铁，改造更简单，但噪声较大。

（3）主要参数

- 1) 通过设定时间间接设定每次喂食量 20s 内可调。
- 2) 距当前时间或开关重新打开时间开始后，可在 20h 内设置第一次放食。
- 3) 第一次与第二次放食时间的间隔小时数为 20h 内可调。本机可设定为每天只放食一次。
- 4) 所有设定参数断电自动保存，每天自动循环。初始时间以通电时开始计算或设置时开始计算，日误差约 1min。

63. 亿高食品消毒柜电路

通电后，220V 电压 L 端经熔断器 FU1、R₁、LED1、VD1 点亮电源指示灯。另一路经继电器触点 K 的常闭端子，VD2、R₃ 和启动键 S1 构成启动回路，整机处于待机状态。

按启动键后, 电源经整流二极管 VD3~VD6 整流后的电压加至继电器线圈 K, 继电器瞬间吸合, 电流通过继电器 K 已闭合的常开端一路经 R_2 、 C_1 阻容电路降压, VD3~VD6 整流, C_2 滤波继续向继电器线圈供电, 使电路形成自锁。另一路经温度熔断器 FU2、门开关 S2 向电热管 EH 和臭氧发生器供电, 消毒柜进入高温和臭氧消毒状态。

CD4541 是一块具有可编程定时功能的振荡电路, 电路的⑩脚选择工作方式, 此处电路工作在定时状态。若设定的时间已到, IC 的⑧脚输出高电平, VT 导通, 短路了继电器的工作电压。其线圈失电触点断开, 电路回到待机状态。

如果在消毒进行中, 用户要停止加热, 按下“取消按钮”S3 向 VT 的基极输入一个高电平, 也可达到 IC 发出停机指令的同样效果。

电路中出现问题较多的元件是 R_3 。由于启动按钮使用时间长后, 若产生漏电甚至接点烧结短路, 使 R_3 长时间工作在大电流状态, 造成发热烧坏。因此, 在出现 R_3 烧坏时要先查启动按键和相关的电路有无短路漏电情况, 再换下该电阻。

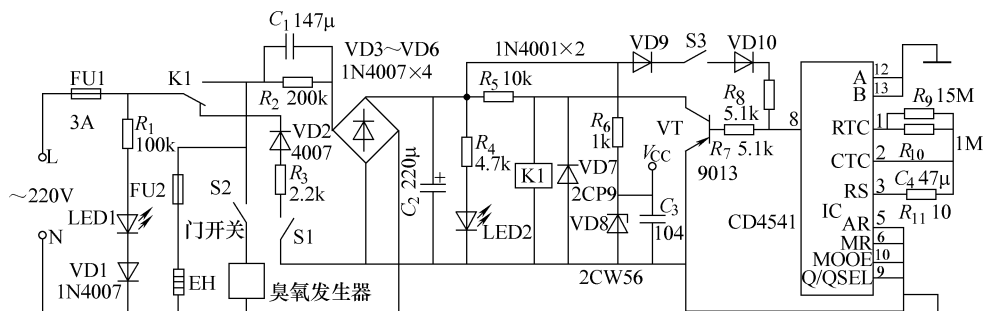


图 1-63 亿高食品消毒柜电路

64. 数码相机电路

数码相机又称为 DC (Digital Camera), 与普通相机相比, 是当前最时尚、热门的数码产品之一, 因其体积小巧玲珑, 美观实用, 不使用胶片, 可即时查看, 作为电子文件的照片又可以被用于多种场合等特点, 受到消费者的欢迎。在数字时代的今天, 在很多场合, 数码相机已经成为必不可少的工具, 如获取网页设计中图像、产品展示图片、电子演示文稿中的图片等。总之, 数码相机取代传统的胶片相机已是大势所趋。

(1) 数码相机的基本功能 数码相机是集光学、机械、电子于一体的产品, 它是以电子存储设备作为摄像记录载体, 通过光学镜头在光圈和快门的控制下, 实现在电子存储设备上的曝光, 完成对被摄影像的记录。数码相机记录的影像, 可以直接由相机本身的液晶显示屏显示出来, 或由电视机或个人电脑再现, 也可以通过数据设备完成复制输出。与传统相机相比, 数码相机集成了影像信息的转换、存储和传输等部件, 具有数字化存取模式、与电脑交互处理和实时拍摄等特点。图 1-64 所示为数码相机的实物图。

(2) 数码相机的结构 与传统的相机相比, 数码相机是比较复杂的设备。它的组成部件非常多, 下面分别从数码相机的外部结构和内部结构来分析数码相机的结构。

1) 数码相机的外部结构: 从外观来看, 数码相机主要包括电源开关、镜头、快门按键、闪光灯、光学取景器 LCD 显示屏、对焦辅助灯、功能转盘、四维方向键、功能键、菜单键、电源接口、USB 接口、电池仓、存储器卡 (SD 卡、CF 卡) 等部件。

2) 数码相机的内部结构: 数码相机的内部结构非常复杂, 主要由镜头、CCD (电荷耦合器件) 或



图 1-64 数码相机的实物

CMOS（图像传感器）及驱动芯片、AGC（自动增益控制）、A/D（模/数）转换器、CPU（微处理器）、DSP（数字信号处理器）、内置存储器（闪存）、LCD（液晶显示器）、闪光灯及其电路、接口电路等部分组成。接口电路的功能主要是负责数码相机与电脑等设备进行通信，并把数码相机中的照片传送到电脑等设备中，数码相机的接口主要包括 USB 接口等。

（3）数码相机的工作原理 数码相机的工作原理与传统相机的工作原理完全不同。数码相机主要是利用 CCD/CMOS 传感器的感光功能，将光信号转换成电信号，然后经过图像处理器处理后，再将图像保存到存储卡中。与此同时，图像处理器图像信号发送给 LCD 驱动芯片，LCD 驱动芯片将图像信号转换成 LCD 显示屏的驱动信号后，发送给 LCD 显示屏，驱动其将图像显示出来。其原理框图如图 1-65 所示。

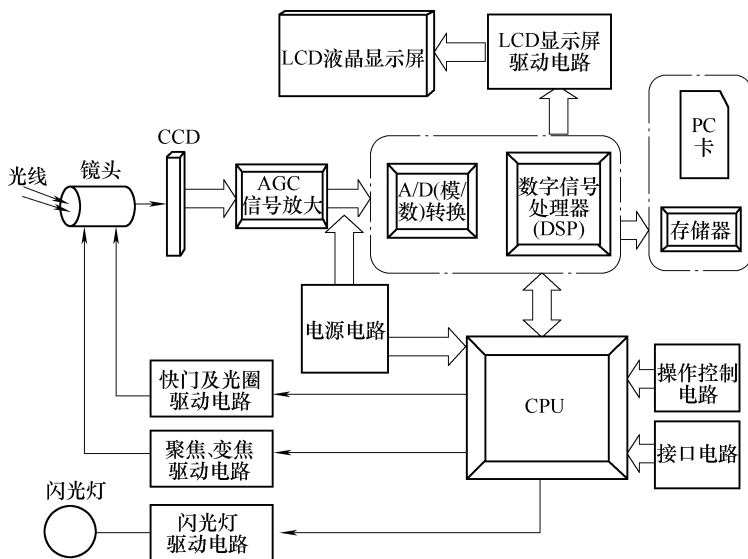


图 1-65 数码相机的原理框图

如图 1-65 所示，当打开数码相机的电源时，镜头盖被自动打开，接着外部景物的反射光线进入数码相机的镜头，镜头将景物反射的光线经过对焦等调整后，照射到低通滤波镜中；低通滤波镜对光线进行滤光后，聚焦在光电传感器 CCD 的表面上；接着 CCD 再把照射到其表面的景物反射光信号转换成电信号，这时在 CCD 的表面就会形成一幅电荷图像。

由于在 CCD 表面形成的景物电信号非常微弱，接着 CPU 发出一个控制信号，控制 CCD 驱动控制电路将存储在 CCD 中的景物电信号提取出来，然后发送到 AGC（自动增益控制）电路进行信号放大；景物电信号被放大后，再进 A/D 转换器，将形成的模拟信号转换成数字信号，为进行数字化处理作准备；景物电信号转换完成后，在 CPU 的控制下，进入 DSP（数字信号处理器）中，进行数字图像处理形成数字影像，并临时存储在数码相机中的闪存中；接着 DSP 再对影像数据进行编码、压缩等处理，通过 LCD 显示出来。

同时，当按下数码相机的快门时，经过 DSP 编码、压缩处理后，形成的 JPEG 等格式的图像数据文件，以文件的形式被存储在数码存储介质中（CF 卡、SD 卡等）。

第 2 章 机 床 电 路

1. C650 型卧式车床电路

C650 型卧式车床共有三台电动机。组合开关 QS 将三相电源引入，FU1 为主电动机 M1 的短路保护用熔断器，FR1 为 M1 电动机过载保护用热继电器。R 为限流电阻，防止在点动时连续的起动电流造成电动机的过载。通过互感器 TA 接入电流表 A 以监视主电动机绕组的电流，用时间继电器 KT 控制电流表 A 避免检测电动机起动电流，只检测电动机正常工作电流；主轴电动机 M1 由接触器 KM3、KM4、KM 控制，可以正、反转控制，也可以点动控制，还可以双向反接制动控制。熔断器 FU2 为 M2、M3 电动机和电源变压器 TC 的短路保护，KM1 为 M2 冷却泵电动机起动用接触器；FR2 为 M2 电动机的过载保护；KM2 为快速电动机 M3 的起动用接触器，因快速电动机 M3 短时工作，所以不设过载保护。

C650 型卧式车床电气控制电路如图 2-1 所示。

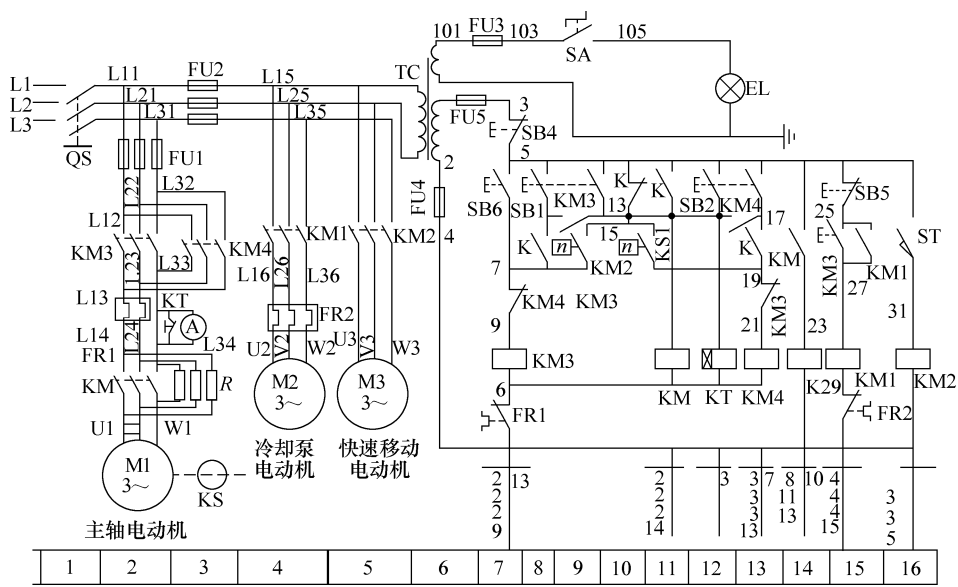


图 2-1 C650 型卧式车床电气控制电路

冷却泵电动机 M2 由接触器 KM1 控制。当按下冷却泵电动机 M2 的启动按钮 SB3 时，接触器 KM1 闭合，冷却泵电动机 M2 起动运转；当按下冷却泵电动机 M2 的停止按钮 SB5 时，冷却泵电动机 M2 停转。快速移动电动机 M3 由行程开关 ST 点动控制。

2. CW6163B 型车床电路

电路如图 2-2 所示。车床的外形与 C620 基本类似，这里从略。

(1) 主电路组成 主电路由 M1 为主轴电动机，它带动主轴旋转和刀架作进给运动，接触器主触点 KM1，控制主电路的接通与断开，断路器 QF 作短路保护，热继电器 FR1 作过载保护；M2 为冷却泵电动机，它为车削工件时输送冷却液，热继电器 FR2 作它的过载保护，它通过接触器 KM2 来控制起停；M3 为快速进刀、退刀电动机。

(2) 电路工作原理（控制电路、二次电路） 辅助电路由一台 380V/110V 变压器 TC 供电，熔断

器 FU2 作辅助电路的短路保护。主轴电动机 M1 采用两地控制。按下起动按钮 SB3 或 SB4，电流由变压器二次侧→熔断器 FU2→FR1 触头→SB1 常闭触头→SB2 常闭触头→SB3 常开触头→KM1 线圈→变压器二次侧形成闭合回路，接触器 KM1 得电吸合，KM1 主触头和自锁触点同时闭合，M1 得电起动。停止时，按下按钮 SB1 或 SB2，KM1 线圈断电，切断了 KM1 的控制回路，则电动机 M1、M2 主触点断电停机。

由于控制接触器 KM2 接于接触器 KM1 的自锁触点之后，只有 M1 先起动后，M2 才能得电起动。

快速移动电动机 M3 由点动按钮 SB7 和接触器 KM3 控制，实现机床的快速移动。

(3) 照明辅助电路 照明灯 EL 由变压器 TC 的 24V 绕组供电，由开关 S1 控制。信号灯 HL 由 TC 的 6V 绕组供电。

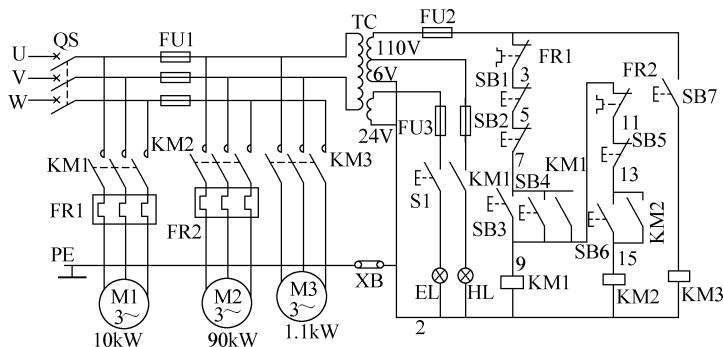


图 2-2 CW6163B 型车床控制电路

3. M7120 型平面磨床电路

(1) 电路组成 主要有主电路、控制电路、照明及指示电路以及电磁工作台电路。

主电路有四台电动机，其中 M1 为液压泵电动机，它起到使工作台往复运动的作用。M2 带动砂轮旋转进行磨削加工。M3 是冷却泵电动机，对磨削起冷却作用。M4 用于砂轮机的升降调整。M1、M2、M3 电动机在工作中只需要正转，其中冷却泵电动机 M3 在砂轮电动机 M2 运转时才能运转，而升降电动机 M4 在正、反两个方向均能工作。

电路中的三个热继电器 FR1、FR2、FR3 和欠压继电器 KA 对 M1、M2、M3 起到过载保护和欠压保护作用。FU1 熔断器对四台电动机进行短路保护。

电磁工作台电路由变压器 T1 变压及整流电路整流后提供 110V 直流电压，它的保护线路由欠压继电器、放电电容和电阻组成。

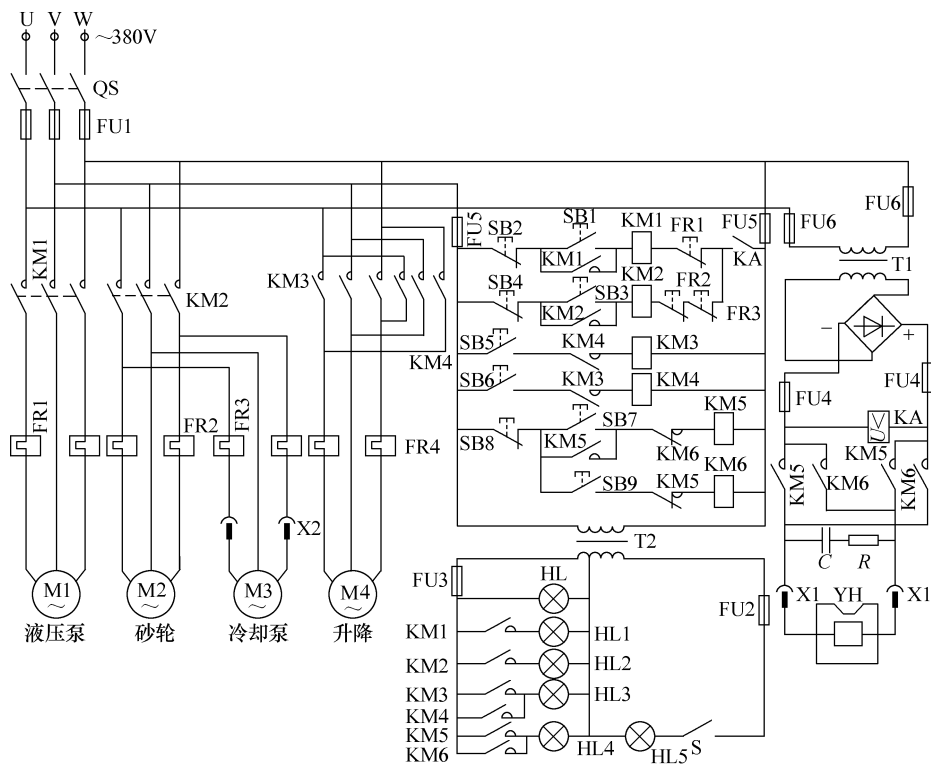
照明电路由变压器 T2 提供 36V 的安全电压，4 个指示灯 HL1~HL4 分别表示 M1~M4 以及电磁工作台的工作状态。如图 2-3 所示。

(2) 原理分析 下面叙述整个线路的工作过程：当电源接通后，如果线路无故障，欠压继电器 KA 动作，其常开触点 KA 闭合，为 KM1、KM2 接触器吸合做好准备。当按下 SB1 按钮后，KM1 接触器线圈得电吸合，液压泵电动机开始运转。由于接触器 KM 的吸合，自锁点自锁使 M1 电动机在松开按钮后继续运行。当工作完毕按下停止按钮 SB2，KM1 失电释放而使 M1 停止运行。在需要砂轮电动机和冷却泵电动机工作时，按下 SB3 按钮，KM2 接触器得电吸合，砂轮机电动机和冷却泵电动机同时工作。停止时按 SB4 按钮，两台电动机停转。

SB5 和 SB6 按钮控制升降电动机的正转和反转，按下时运转，松开即停止。按下 SB7 按钮，KM5 接触器吸合，电磁工作台带磁而把工件牢牢地吸住，按下 SB8 按钮，电磁工作台失去吸力。为了消除剩磁，可按下 SB9 按钮，使接触器 KM6 得电吸合，把反向电流通入工作台，退完磁后松开 SB9，即可将工件取下。



a) 外形

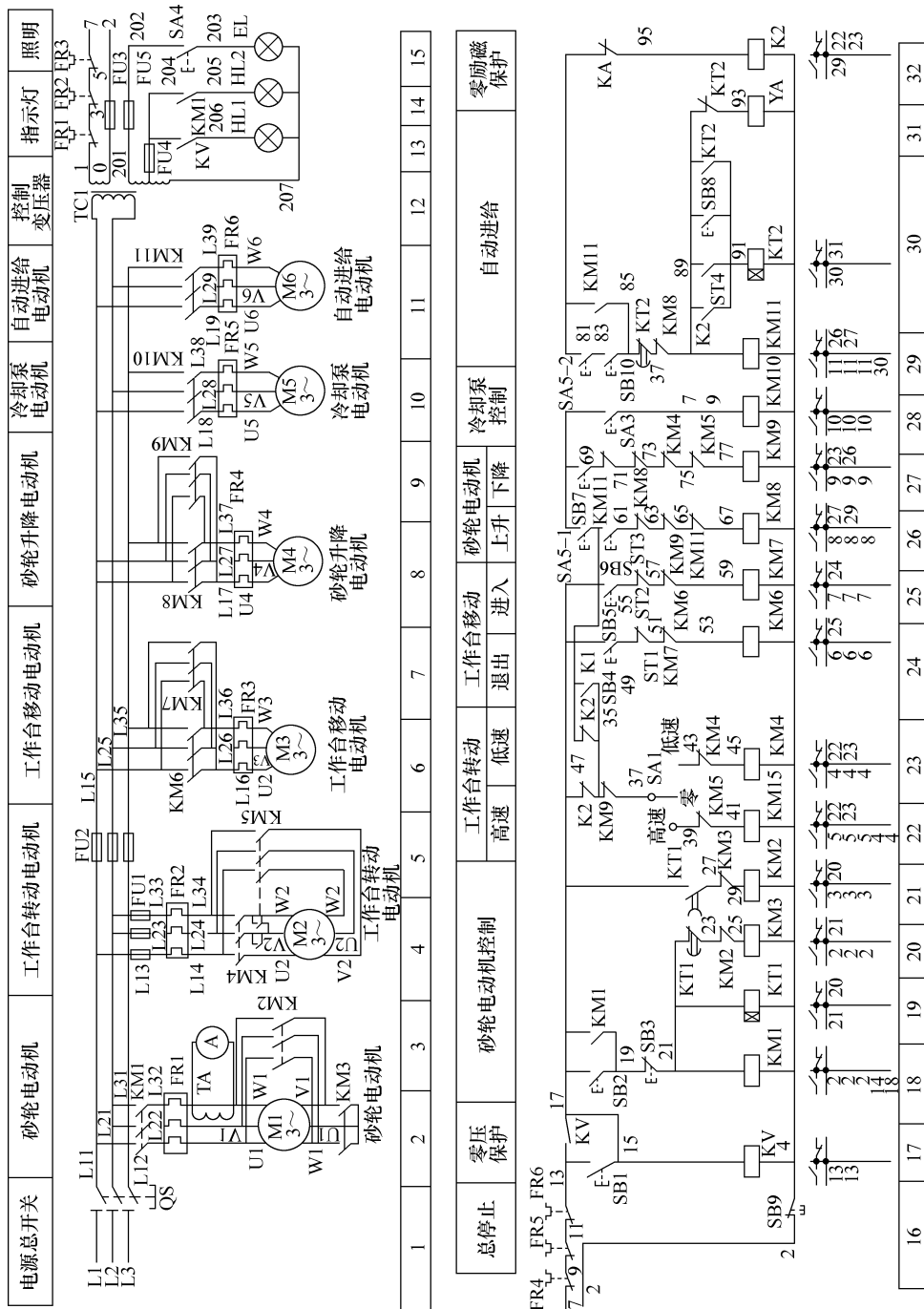


b) 电路

图 2-3 M7120 型平面磨床控制电路

4. M7475 型平面磨床电路

M7475 型立轴圆台平面磨床各电动机的电气控制电路原理图如图 2-4 所示。从图中可以看出，M7475 型立轴圆台平面磨床由六台电动机拖动；砂轮电动机 M1、工作台转动电动机 M2、工作台移动电动机 M3、砂轮升降电动机 M4、冷却泵电动机 M5 自动进给电动机 M6；按钮 SB1 为机床的总起动按钮；SB9 为总停止按钮；SB2 为砂轮电动机 M1 的起停按钮；SB3 为砂轮电动机的停止按钮；SB4、SB5 为工作台移动电动



机 M3 的退出和进入的点动按钮；SB6、SB7 为砂轮升降电动机 M4 的上升、下降点动按钮；SB8、SB10 为自动进给起动和停止按钮；手动开关 SA1 为工作台转动电动机 M2 的高、低速转换开关；SA5 为砂轮升降电动机 M4 自动和手动转换开关；SA3 为冷却泵电动机 M5 的控制开关；SA2 为充、去磁转换开关。

按下按钮 SB1，电压继电器 KV 通电闭合并自锁，按下砂轮电动机 M1 的起动按钮 SB2，接触器 KM1、KM2、KM3 先后闭合，砂轮电动机 M1 作 Y— Δ 减压起动运行。

将手动开关 SA1 扳至“高速”档，工作台转动电动机 M2 高速起动运转；将手动开关 SA1 扳至“低速”档，工作台转动电动机 M2 低速起动运转。

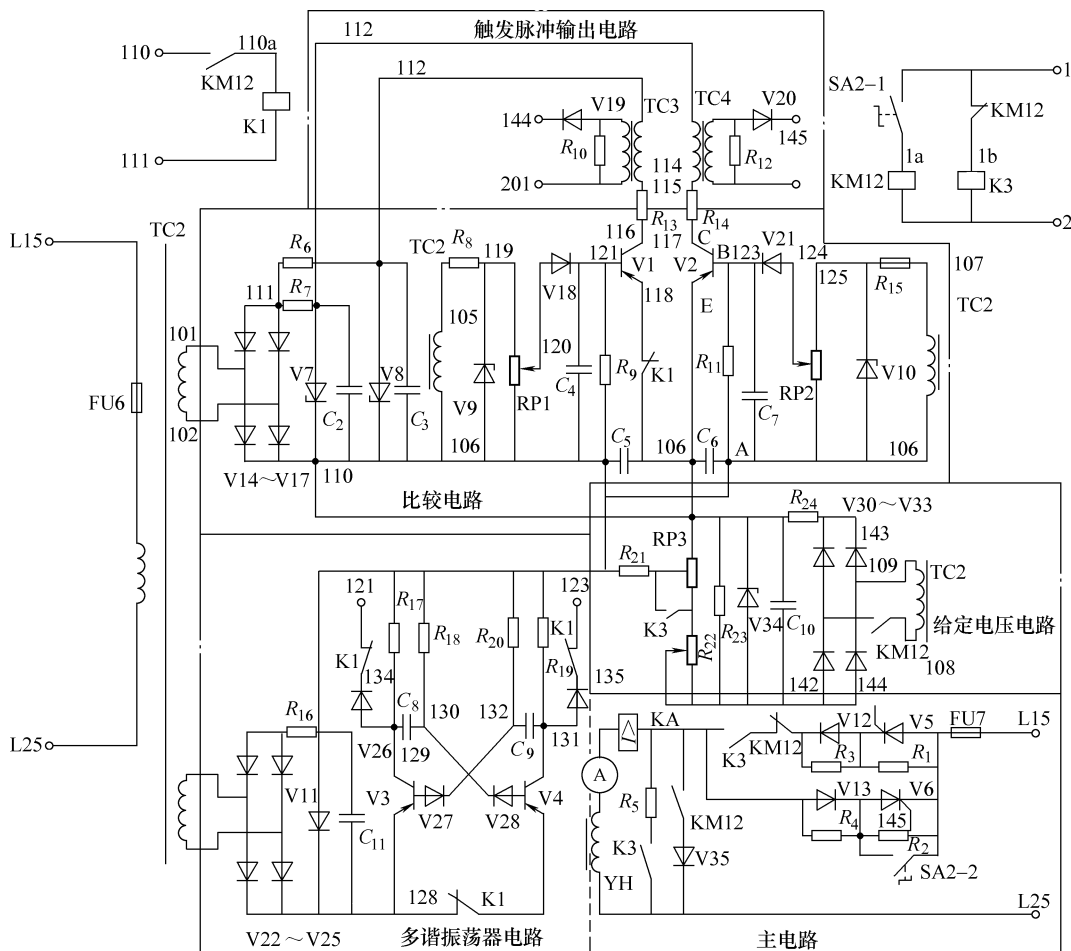
按下按钮 SB4，接触器 KM6 通电闭合，工作台电动机 M3 带动工作台退出；按下按钮 SB5，接触器 KM7 通电闭合，工作台电动机 M7 带动工作台进入。

砂轮升降电动机 M4 的控制分为自动和手动。将转换开关 SA5 扳至“手动”档位置（SA5-1），按下上升或下降按钮 SB6 或 SB7，接触器 KM8 或 KM9 得电，砂轮升降电动机 M4 正转或反转，带动砂轮上升或下降。

将转换开关 SA5 扳至“自动”档位置（SA5-2），按下按钮 SB10，接触器 KM11 和电磁铁 YA 通电，自动进给电动机 M6 起动运转，带动工作台自动向下工进，对工件进行磨削加工。加工完毕，压合行程开关 ST4，时间继电器 KT2 通电闭合并自锁，YA 断电，工作台停止进给，经过一定的时间后，接触器 KM11、KT2 失电，自动进给电动机 M6 停转。

5. M7475 型立轴圆台平面磨床电磁吸盘充、去磁电路

图 2-5 为 M7475 型立轴圆台平面磨床电磁吸盘充、去磁电路的原理图。电磁吸盘又称为电磁工作台，



它也是安装工件的一种夹具,具有夹紧迅速、不损伤工件、且一次能吸牢若干个工作件,工作效率高,加工精度高等优点。但它的夹紧程度不可调整,电磁吸盘要用直流电源,且不能用于加工非磁性材料的工作件。

电磁吸盘构造与工作原理:平面磨床上使用的电磁吸盘有长方形与圆形两种,形状不同,但是其工作原理是一样的。长方形工作台的电磁吸盘主要为钢制吸盘体,在它的中部凸起的心体上绕有线圈,钢制盖板被绝缘层材料隔成许多小块,而绝磁层材料由铅、铜及巴氏合金等非磁性材料制成。它的作用使绝大多数磁力线都通过工件再回到吸盘体,而不致通过盖板直接回去,以便吸牢工件。在线圈中通入直流电时,心体磁化,磁力线为由心体经过盖板→工件→盖板→吸盘体→心体构成的闭合磁路。由工件被吸住达到夹持工件的目的。

6. X8120W 型万能工具铣床电路

如图 2-6 所示, X8120W 型万能工具铣床有两台电动机。一台是主机铣头电动机,为双速式,高速时电动机线圈为双星型接法,并且铣头电动机需正反方向运转;另一台为冷却泵电动机 M1,它由转换开关 QS2 来做通断控制。

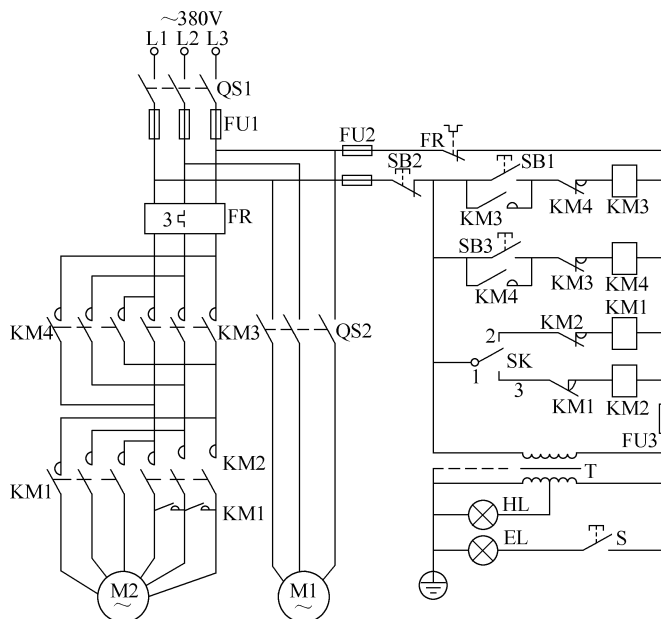


图 2-6 X8120W 型万能工具铣床电路

铣床需要工作时可合上刀开关 QS1,这时,拨动双速开关,先定为高速运转时需将开关 SK 的 1、2 接通,欲选定低速运转,可将双速开关 SK 的 1、3 接通,然后按下 SB1 按钮,接触器 KM3 得电吸合,电动机开始正转运行。若需停止电动机运行时,可按下 SB2,若工作需要反转时,按下 SB3 按钮,接触器 KM4 与接触器 KM1 闭合,使电动机 M2 在高速上反转运行,停车时按下 SB2 即可停止电动机运行。若这时想改变为低速运行,只要把双速开关转向 1、3 接通时,即可操纵按钮正反转工作均为低速运行。低压灯工作时开动开关 S 即可;M2 冷却泵电动机工作时,只要将换开关拨向接通位置便能开始运转工作。

7. Z35 型摇臂钻床电路

钻床能用于钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、以及刮平面、攻螺纹等。它由一台电动机拖动,用变速箱调节主轴转速和进刀量。在加工螺纹时,主轴的正、反转一般用机械方法变换。其电气要求如下。

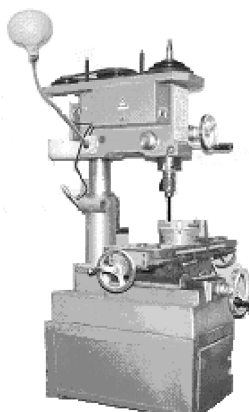
- 1) 它的主轴调速范围较大,故采用多速异步电动机拖动,这样可以简化变速箱的机械结构。
- 2) 摇臂的升降、夹紧、放松,应能自动循环。在摇臂上升或下降之前,必须先自动松开夹紧装置。摇臂升或降到指定位置停止后,夹紧装置又能自动将摇臂夹紧。
- 3) 为了保证安全,主轴旋转和摇臂升降不允许同时进行。

4) 摇臂的升降机构应设有电气极限保护。

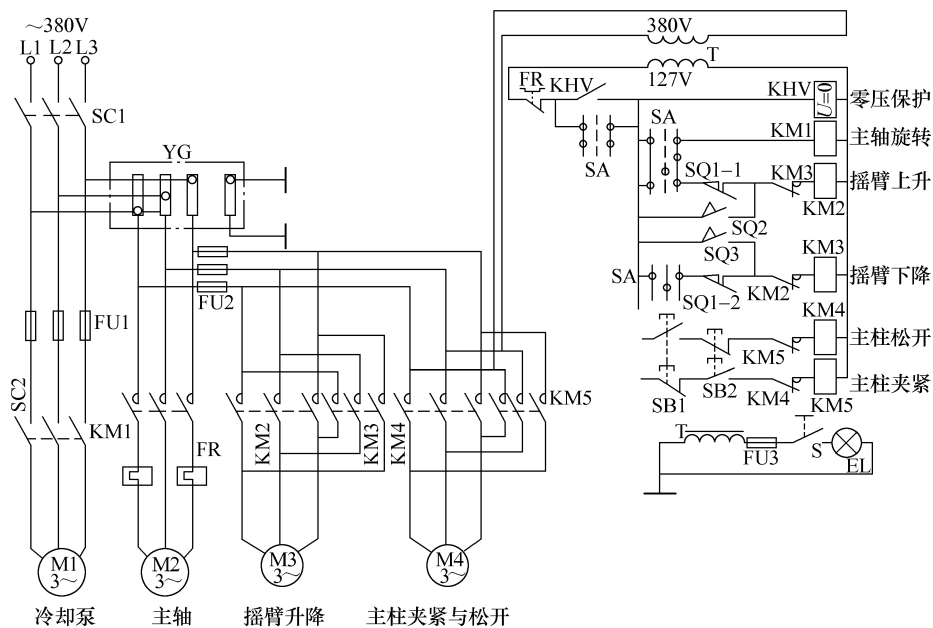
5) 立柱和主轴箱的夹紧和放松, 可采用电动机直接传动或另用一台电动齿轮泵来控制, 用点动正转和反转使立柱夹紧和放松。另外又通过电气联锁同时使主轴箱夹紧。

当开始工作时, 将十字开关 SA 扳向左方, 左面触头闭合, 零压继电器 KA 线圈得电, 常开触头闭合自锁。然后将 SA 扳向右方, 接通 KM1 线圈使主轴电动机 M2 通电运转, 运转方向由摩擦离合器手柄位置决定。摇臂升降同样由 SA 控制, 当 SA 向上扳时, KM2 接触器得电吸合, 3M 电动机运转, 摇臂向上, 升至一定程度时, 限位开关 SQ1 限位, 停止上升。SA 向下扳, KM3 线圈得电, 摇臂下降, 降至一定程度同样由限位开关限位。立柱夹紧与松开由复合按钮 SB1、SB2 来完成, 按下 SB1 立柱松开, 按下 SB2 立柱夹紧, 当松开按钮后, 立柱夹紧与松开电动机 M4 停止工作。

Z35 型摇臂钻床外形如图 2-7a 所示, 控制电路如图 2-7b 所示。



a) Z35型摇臂钻床外形



b) 电路

图 2-7 Z35 型摇臂钻床控制电路

8. Z3040 型钻床电路

(1) 主电路 摇臂钻床的主轴旋转运动和进给运动由一台交流异步电动机 M1 拖动, 主轴的正/反向旋转运动是通过机械转换实现的。故主电动机只有一个旋转方向。Z3040 型摇臂钻床的主轴的调速范围为 $50:1$, 正转最低转速为 40r/min , 最高为 2000r/min , 进给范围为 $0.05\sim1.60\text{r/min}$ 。它的调速是通过三相交流异步电动机和变速箱来实现的。也有的是采用多速异步电动机拖动, 这样可以简化变速机构。

摇臂钻床除了主轴的旋转和进给运动外, 还有摇臂的上升、下降及立柱的夹紧和放松。摇臂的上升、下降由一台交流异步电动机 M2 拖动, 立柱的夹紧放松由另一台交流异步电动机 M3 拖动。Z3040 型摇臂钻床是通过电动机拖动一台齿轮泵, 供给夹紧装置所需要的压力油。而摇臂的回转和主轴箱的左右移动通常采用手动。此外还有一台冷却泵电动机 M4 对加工的刀具进行冷却。

(2) 控制电路 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路如图 2-8 所示。图中 M1 为主轴电动机, M2 为摇臂升降电动机。M3 为液压泵电动机, M4 为冷却泵电动机, QF1 为总电源控制开关。

1) 主轴电动机控制。主轴电动机 M1 为单向旋转, 由按钮 SB8、SB2 和接触器 KM1 实现启动、停止控制。主轴的正、反转则由 M1 电动机拖动齿轮泵送出压力油, 通过液压系统操纵机构, 配合正、反转摩擦离合器驱动主轴正转或反转。

2) 摇臂上升、下降控制。摇臂钻床在加工时, 要求摇臂处于夹紧状态, 才能保证加工精度。但在摇臂需要升降时, 又要求摇臂处于松开状态, 否则电动机负载大, 机械磨损严重, 无法升降工作。摇臂上升或下降时, 其动作过程由升降指令发出, 先使摇臂与外立柱处于松开状态, 而后上升或下降, 待升降到位时, 要自行重新夹紧。由于松开与夹紧工作是由液压系统实现, 因此, 升降控制须与松紧机构液压系统紧密配合。M2 为升降电动机, 由按钮 SB3、SB4 点动控制接触器 KM2、KM4 接通或断开, 使 M2 电动机正、反向旋转, 拖动摇臂上升或下降移动。

M3 为液压泵电动机, 通过接触器 KM4、KM5 接通或断开, 使 M3 电动机正、反向旋转, 带动双向液压泵送出压力油, 经二位六通阀至摇臂夹紧机构实现夹紧与松开。

M4 为冷却泵电动机, 由手动转换开关 QS 控制其正向旋转。

下面分析摇臂上升和下降的动作过程:

1) 合上自动空气开关 QF1、QF2、QF3, 按下总启动按钮 SB1, 电压继电器 KV 闭合并自锁, 接通了控制电路的电源。

2) 当需要主轴电动机 M1 运行时, 按下按钮 SB2, 接触器 KM1 得电闭合自保, 主轴电动机 M1 启动运转; 按下按钮 SB8, 接触器 KM1 失电释放, 主轴电动机 M1 停止旋转。

3) 当需要摇臂上升时, 按下按钮 SB3, 时间继电器 KT1 通电闭合, 继而接触器 KM4 通电闭合, 液压泵电动机 M3 正转, 供给机床正向液压油松开摇臂。摇臂松开后, 行程开关 ST2 被压下, 行程开关 ST3 被复位闭合, 继而接触器 KM4 断开, 液压泵电动机 M3 停转, 接触器 KM2 通电闭合, 摇臂升降电动机 M2 正转, 带动摇臂上升。当摇臂上升到一定高度时, 松开按钮 SB3, 接触器 KM2、时间继电器 KT 失电释放, 摇臂升降电动机 M2 停转, 接触器 KM5 通电闭合。液压泵电动机 M3 反转, 供给机床反向压力油夹紧摇臂。摇臂夹紧后, 行程开关 ST2 复位, ST3 断开, 液压泵电动机 M3 停止反转, 完成摇臂上升的控制过程。

4) 当需要摇臂下降时, 按下按钮 SB4, 时间继电器 KT1 通电闭合, 继而接触器 KM4 通电闭合, 液压泵电动机 M3 正转, 供给机床正向液压油松开摇臂。摇臂松开后, 行程开关 ST2 被压下, 行程开关 ST3 被复位闭合, 继而接触器 KM4 断开, 液压泵电动机 M3 停转, 接触器 KM3 通电闭合, 摇臂升降电动机 M2 反转, 带动摇臂下降。当摇臂下降到一定高度时, 松开按钮 SB4, 接触器 KM3、时间继电器 KT1 失电释放, 摇臂升降电动机 M2 停转, 接触器 KM, 通电闭合, 液压泵电动机 M3 反转, 供给机床反向压力油夹紧摇臂。摇臂夹紧后, 行程开关 ST2 复位, ST3 断开, 液压泵电动机 M3 停止反转, 完成摇臂下降的控制过程。

电路图中行程开关 ST1-1 和 ST1-2 分别为摇臂上升的上限位行程开关和摇臂下降的下限位行程开关。

5) 当需要对立柱松开或夹紧控制时, 将转换开关 SA 扳至“左”边档位置, SA 接通电磁铁 YA2 线圈。当需要对立柱放松时, 按下按钮 SB5, 时间继电器 KT2、KT3 通电闭合, 继而接触器 KM4 通电闭合, 液压泵电动机 M3 正转, 供给机床正向液压油放松立柱。当需要对立柱进行夹紧时, 按下按钮 SB6, 时间

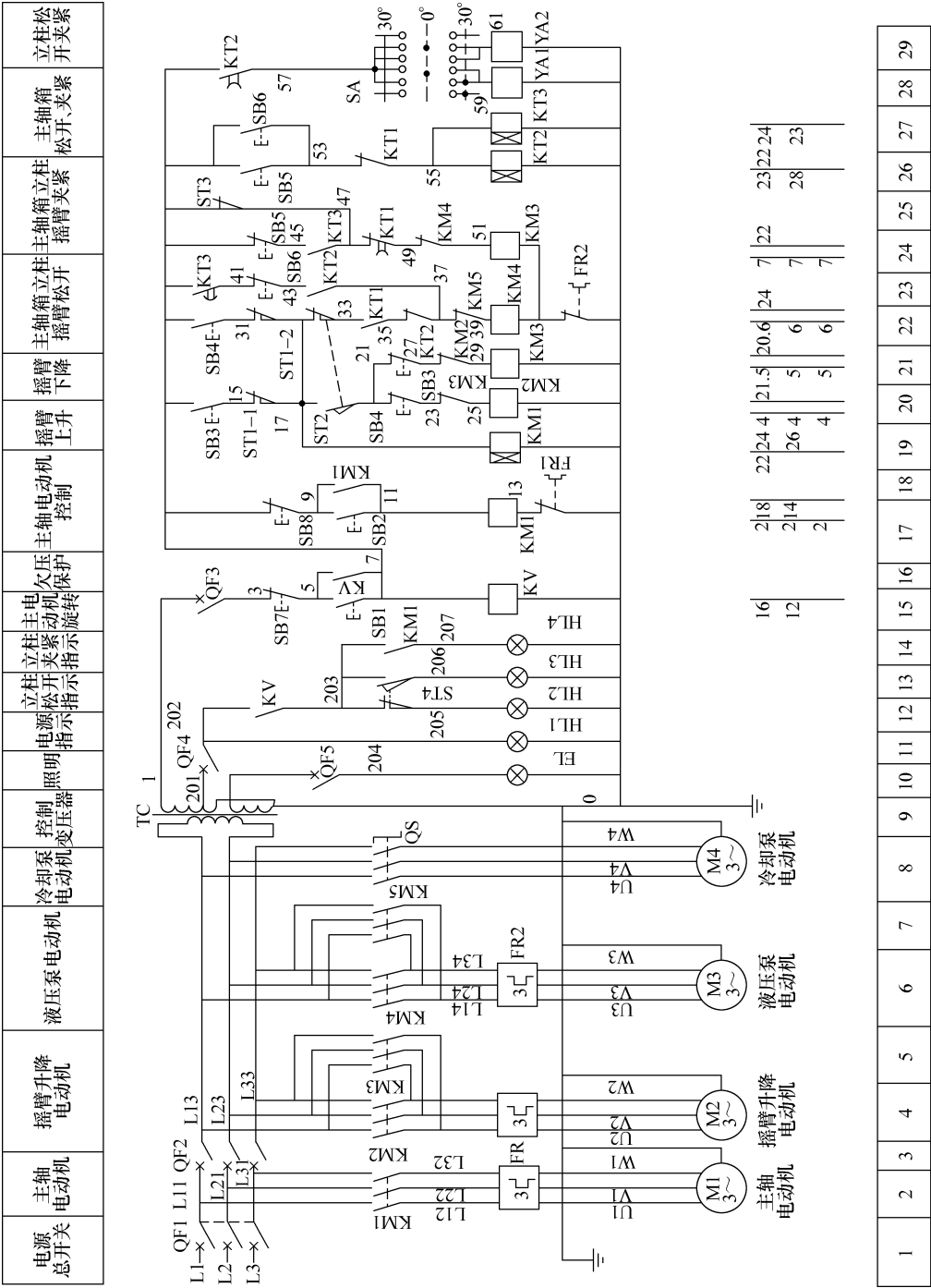


图2-8 Z3040型钻床电路

继电器 KT2、KT3 通电闭合，继而接触器 KM5 通电闭合，液压泵电动机 M3 反转，供给机床反向压力油夹紧立柱。

6) 同理，将 SA 扳至“右”档或“中间”档位置时，按下按钮 SB5 或 SB6，即可对主轴箱或主轴箱和立柱进行放松或夹紧控制。

9. Z525 型立式钻床电路

Z525 型立式钻床的电气控制线路及工作原理

Z525 型立式钻床有 2 台电动机，一台为主轴电动机 M1，另一台是冷却泵电动机 M2。主轴电动机 M1 为控制钻床正/反转的电动机，而电动机 M2 是通过转换开关控制正转运行，如图 2-9 所示。

需要工作时，合上 QS1 开关，380V 电源经过熔断器 FU1 送入接触器 KM1 和 KM2 的上桩头和 QS2 转换开关的上桩头，为电动机的运行做好准备。380V 电源通过熔断器 FU2 后送入控制线路中，当需操作钻床主轴电动机正转时，把操作手柄置于向右位置，这时行程开关 SQ1 闭合，SQ2 (a-b) 和 SQ3 (a-d) 触点闭合，KM1 线圈得电吸合，电动机 M1 主轴得电正转。需停止电动机运行。操作手柄处于停止位置，行程开关 SQ1 触点断开，使主轴电动机停止运行。如果欲使主轴电动机反转时，操

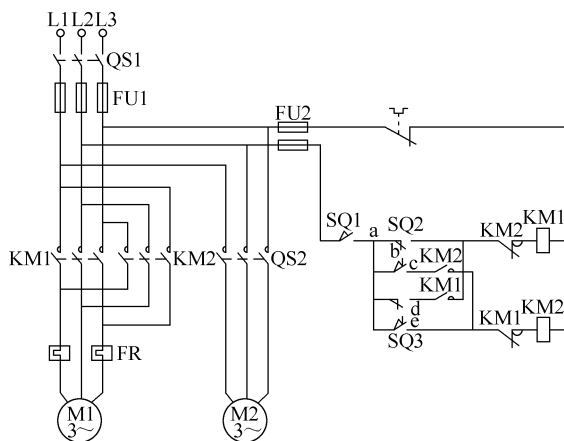


图 2-9 Z525 型立式钻床电路

作手柄拨向左位置，行程开关 SQ1 触点闭合，行程开关 SQ2 (a-c) 和 SQ3 (a-e) 线圈闭合，从而接通接触器 KM2 线圈回路，使 KM2 得电吸合，电动机反转运行。如果需操作冷却泵电动机时，拨通转换开关 QS 可使电动机运行。整个线路中有短路保护和过电流保护装置，并使换相接触器线圈利用常闭辅助触点进行互锁，以防接触器同时吸合造成短路。

10. 龙门刨床控制电路

它特别适合于加工大型的、狭长的机械零件，如机床床身、箱体、导轨等。

以 B2010A 龙门刨床为例，它需用 13 台电动机。对于刀架移动、进刀、退刀、抬刀；横梁放松与夹紧，上升与下降；工作台步进、步退等许多运动，都是由许多电动机与电器元件有机配合完成的。它的主拖动系统要求更高，不仅要求有足够大的切削功率、较大的调速范围，而且要能按照要求实现自动的速度循环和调节。刨床外形如图 2-10a 所示。

(1) 龙门刨床的生产工艺对电气控制系统的要求如下：

1) 要求有宽广的调速范围。调速范围要求 20 : 1 (包含 1 档机械变速)。工作台分别要求在低速档 6 ~ 60m/min，高速档 9 ~ 90m/min 内实现电气无级调速。

2) 工作台能按照需要实现自动的往返循环。在高速切削时，为了减小对刀具的冲击，应使刀具慢速切入工件。若切削速度与冲击为刀具所能承受时，则可利用转换开关取消慢速切入。在工作台前进与返回行程末尾，工作台能自动减速，以保证刀具慢速离开工件，防止工件边缘剥裂；同时可减小工作台反向时的冲程和对电动机、机械的冲击。

3) 工作台前进与返回行程的速度，能分别作无级调整，不必停车。用于磨削时，工作台应能降低速度到 1m/min。

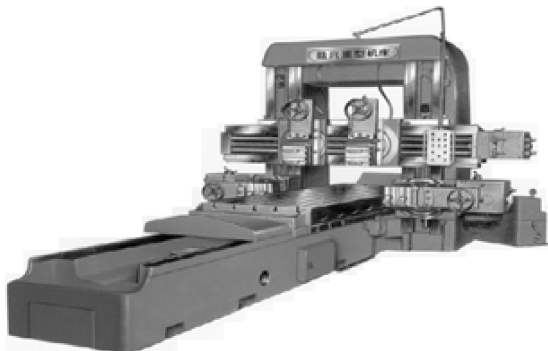
4) 刀架能自动进给和快速移动。

5) 系统的机械特性应具有一定的硬度 (静差度 $\leq 10\%$)，以避免因切削负荷的变化引起工作台速度过大的波动，从而影响到加工表面的质量。同时，系统的机械特性还应具有下垂特性，使得当负荷过大时，能使拖动工作台的直流电动机的转速迅速下降，以致停止；从而达到保护电动机及机械部分的目的。

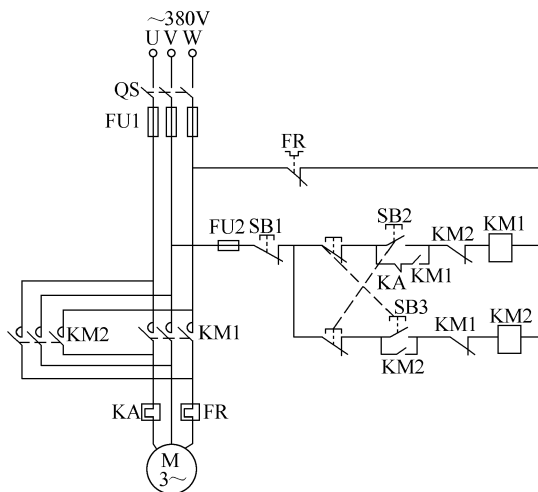
6) 因为工作台经常运行在过渡过程状态，因此要求过渡过程快，传动平稳。

7) 有必须的联锁保护。

(2) 龙门刨床横梁夹紧机构的控制电路 龙门刨床工作台前进与返回行程、横梁夹紧与松开机构等基本利用电动机的正反转来控制的方式, 图 2-10b 为横梁夹紧与松开机构控制电路, 还增加了过流继电器 KA, 当电流过大, KA 的常闭触点断开, 切断主电路, 保护电动机。



a) 龙门刨床的外形图



b) 电路

图 2-10 龙门刨床

11. 双面液压传动组合机床电路

双面单工液压传动组合机床外形如图 2-11a 所示, 电气控制电路如图 2-11b 所示。双面单工液压传动组合机床由左、右动力头电动机 M1、M2 及冷却泵电动机 M3 三台电动机拖动。在双面单工液压传动组合机床控制电路中, 手动开关 SA1 为左动力头单独调整开关, SA2 为右动力头单独调整开关, SA3 为冷却泵电动机的工作选择开关。

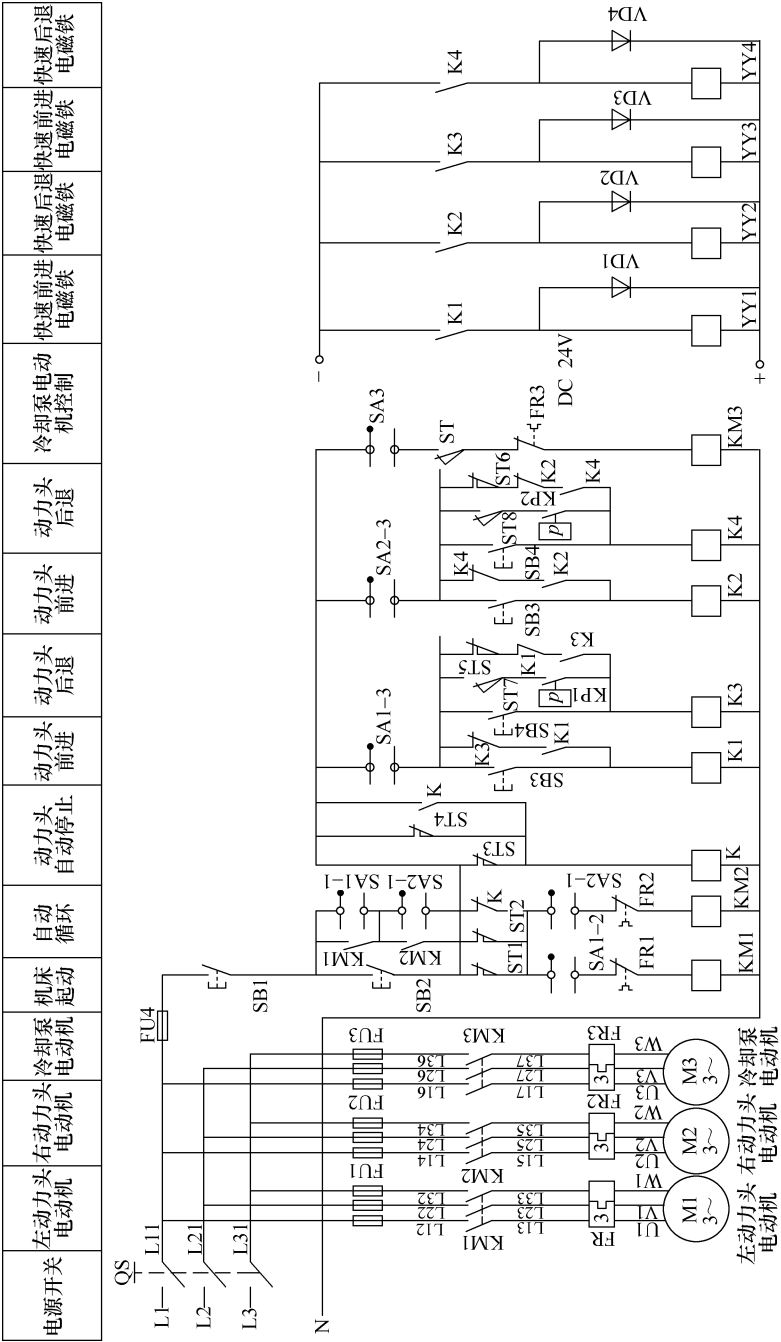
当左、右动力头在原位时, 行程开关 ST1、ST2、ST3、ST4、ST5、ST6 被压下。

当需要机床工作时, 将手动开关 SA1、SA2 扳至自动循环位置, 按下机床起动按钮 SB2, 接触器 KM1、KM2 通电闭合并自锁, 其主触点闭合, 左、右动力头电动机 M1、M2 起动运转。然后按下“前进”按钮 SB3, 中间继电器 K1、K2 通电闭合并自锁, 电磁阀 YV1、YV3 线圈通



a) 组合机床外形

图 2-11 双面单工液压传动组合机床



b) 电路

图2-11 双面单工液压传动组合机床 (续)

电动作，左、右动力头离开原位快速前进。此时行程开关 ST1、ST2、ST5、ST6 首先复位，接着行程开关 ST3、ST4 也复位。由于行程开关 ST3、ST4 复位，因而中间继电器 K 通电闭合并自锁，为左、右动力头自动停止作好准备。动力头在快速前进的过程中，由各自的行程阀自动转换为工进，并压下行程开关 ST1，使得接触器 KM3 通电闭合，冷却泵电动机 M3 起动运转，供给机床切削冷却液。

左动力头加工完毕后，压下行程开关 ST7，并通过挡铁机械装置动作使油压系统油压升高，压力继电器 KP1 动作，常开触点闭合，中间继电器 K3 闭合并自锁，K1 失电释放。

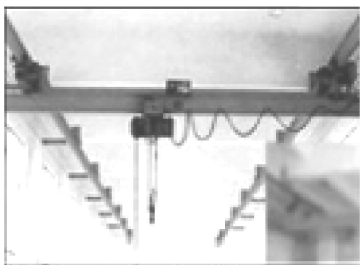
同理，右动力头加工完毕后，压下行程开关 ST8，使得压力继电器 KP2 动作，常开触点闭合，中间继电器 K4 闭合并自锁，K2 失电释放。由于中间继电器 K1、K2 失电释放，YV1、YV3 失电且 YV2、YV4 通电，此时左、右动力头快速后退。

当左、右动力头退回至行程开关 ST 处时，ST 复位，接触器 KM3 失电释放，冷却泵电动机 M3 停转。而当左、右动力头退回至原位时，首先压下行程开关 ST3、ST4，然后压下行程开关 ST1、ST2、ST5、ST6，接触器 KM1、KM2 失电释放，左、右动力头电动机 M1、M2 停转，完成一次循环加工过程。

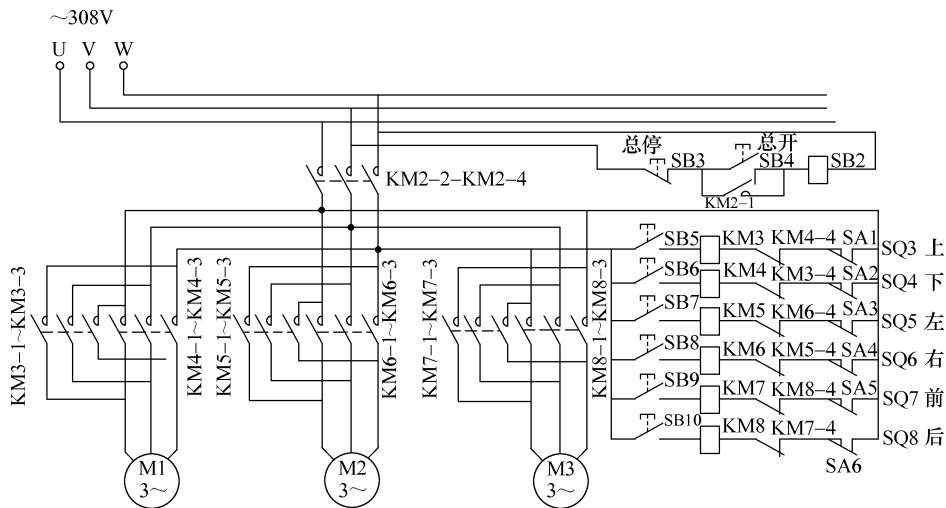
图中按钮 SB4 为左、右快退手动操作按钮，按下 SB4，能使左、右动力头退至原位停止。

12. 起重机电路

起重机电路由地面控制部分和空中起重机控制两部分组成。读者在读这种电路图时，为了条理清楚，可分别阅读。例如如图 2-12 所示的行车电路。一部分是装在地面配电柜内的控制元件，用于将三相交流电源经控制以后提供给空中的起重机电路。另一部分就是空中起重机控制部分。



a) 起重机外形



b) 起重机电路

图 2-12 起重机

(1) 地面控制部分 在地面控制部分电路中，QS 为电源开关；FU1~FU4 为熔断器；SB1 为供电切断按钮开关；SB2 为供电接通按钮开关；KM1 为交流接触器，其中有一组 KM1-1 常开触点作为自锁用，另

有 KM1-2~KM1-4 三组常开主触点用于控制行车的三相供电电源；FT1 为热保护继电器。

(2) 空中行车控制部分 SB3 为控制行车电源断开的总开关；SB4 为控制行车电源接通的总开关；KM2 为交流接触器，其中有一组常开触点 KM2-1 作为自锁用，另有 KM2-2~KM2-4 三组常开触点用于控制电动机及控制电路使用的三相交流电源；SB5~SB10 为 6 只点动按钮开关，KM3~KM8 为 6 只控制点动用的交流接触器，控制顺序为上、下、左、右、前、后；SA1~SA6 为 6 只限位开关。

(3) 行车的运动状态 M1 为控制所吊物体上、下的电动机；M2 为控制起重机左、右移动的电动机；M3 为控制起重机前、后移动的电动机。

(4) 电路工作原理

1) 地面送电控制：合上电源开关 QS，按下按钮开关 SB2 后，交流接触器 KM1 线圈得电吸合，其常开触点 KM1-1 闭合后自锁，KM1-2~KM1-4 三组常开主触点闭合后，为起重机提供三相电源。

2) 地面断电控制：当要断开起重机的供电时，只要按下停电开关 SB1，使 KM1 线圈断电释放即可。

3) 起重机总电源控制：当按下按钮开关 SB4 后，交流接触器 KM2 线圈得电吸合，其 KM2-1 常开触点闭合后自锁，KM2-2~KM2-4 三组主常开触点闭合后，使起重机总电源接通。如要断开起重机的总电源，则只要按下总停按钮开关 SB3，使 KM2 线圈断电释放即可。

4) 点动控制：行车的上下、左右、前后点动控制是通过按压相应的开关按钮，使相应的交流接触器线圈通电吸合，接通了相应的电动机使其正转或反转来实现的。例如当按压开关 SB5 时，交流接触器 KM3 线圈得电吸合，其常开触点 KM3-1~KM3-3 闭合以后，使电动机 M1 得电进入正转状态，使所吊物体上升，当按压开关 SB6 时，电动机反转，所吊物体下降。

同理，如按压 SB7、SB8 时，电动机 M2 正转或反转，起重机左、右移动；按压 SB9、SB10 时，电动机 M3 正转或反转，起重机前、后移动。

13. 滚齿机电路

一般生产车间、机修车间常用一种 Y3150 型滚齿机，这种滚齿机主要有两台电动机，M1 是刀架电动机，为正反转点动和单向起动运行；M2 为冷却泵电动机，由转换开关控制正转起停。它的控制线路中带有正反转到位限位开关，并附有低压照明和指示灯电路。

图 2-13a、b 是 Y3150 型滚齿机外形和控制电路。工作时按下按钮 SB1，此时接触器 KM1 得电吸合，主触点闭合，使电动机 M1 带动刀架向下移动工作，到达终点与行程开关 SQ2 相碰后停止运转。如果要求刀架向上移动，按下起动按钮 SB4 即可使电动机反转向移动。如需刀架主电动机点动向下，按下按钮 SB3 即可实现点动。

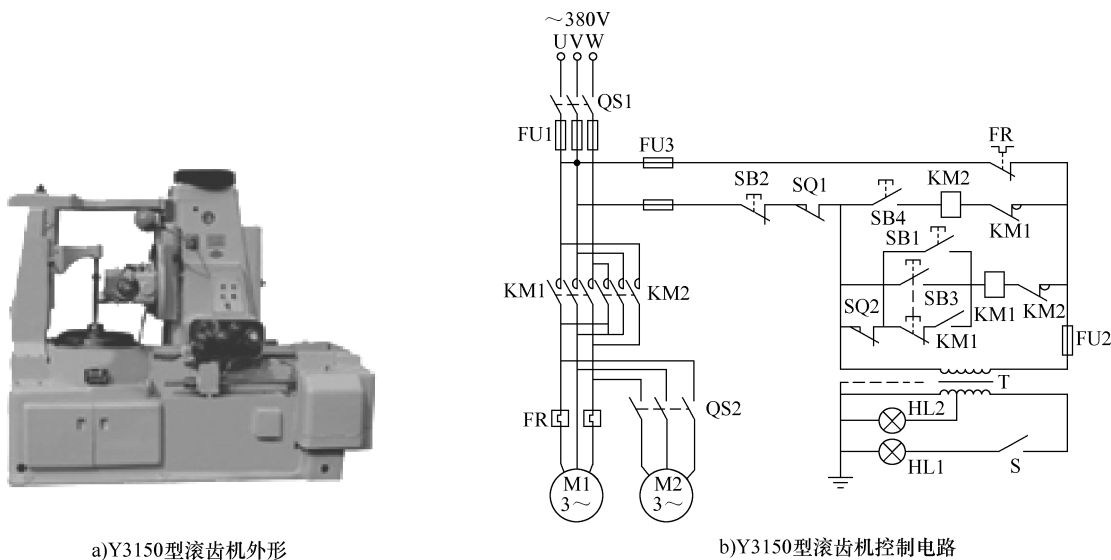


图 2-13 Y3150 型滚齿机

操作冷却泵电动机时，只要在主机电动机运行后，拨动转换开关即可使冷却泵电动机工作。如果在工作时，限位开关 SQ1 动作后，机床无法工作，只要用机械手柄把滚刀架移开限位开关与挡铁接触处，机床便能工作。

14. 空气压缩机电路

图 2-14a 是空气压缩机的外形图，图 2-14b 是空气压缩机控制电路，该电路的原理分析如下：

(1) 热继电器 FR 的过载保护功能 当电动机长期过载时，热继电器 FR 动作，其常闭辅助触头断开，保护压缩机不会过热而损坏。

(2) 断路器 QF 作短路保护功能 当空气压缩机主电路发生短路故障时，断路器的过电流脱扣器动作；当电动机过载而过载保护又失灵时，会由断路器的热脱扣器将过载运行的压缩机切除。

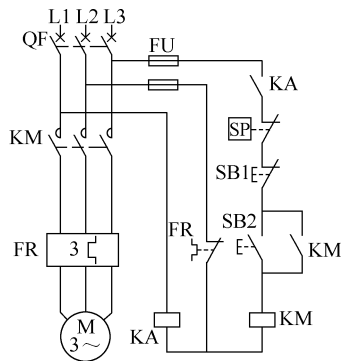
(3) 中间继电器 KA 的断相保护功能 KA、KM 线圈分别接三相电路，当 KA 线圈所接两相电源的任一相断线时，KA 线圈不能吸合，KA 常开触头断开，KM 线圈失电；当 KM 线圈所接两相电源的任一相断线时，KM 线圈不能吸合，电动机停止运行。

(4) 压力电器的保护功能 当压缩机内无压力时其常闭触点 SP 处于接通状态，此时，按下起动按钮 SB2，KM 吸合，压缩机运转；当压缩机内有一定压力时，按下停止按钮 SB1，压缩机停止。

当压缩机内压力超过允许值后，其常闭触点 SP 断开，切断交流接触器电源而停机。



a)外形



b)电路

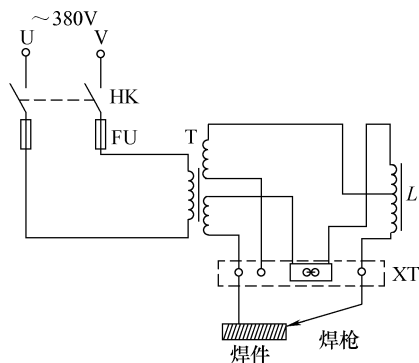
图 2-14 空气压缩机电路

15. 电焊机电路

如图 2-15a 所示为普通型和便携式维修电焊机。它是将弧焊变压器 T 和电抗器 L 组成一个整体，不仅有电的联系，还有磁的联系。



a)电焊机外形图



b)电路图

图 2-15 电焊机外形与电路图

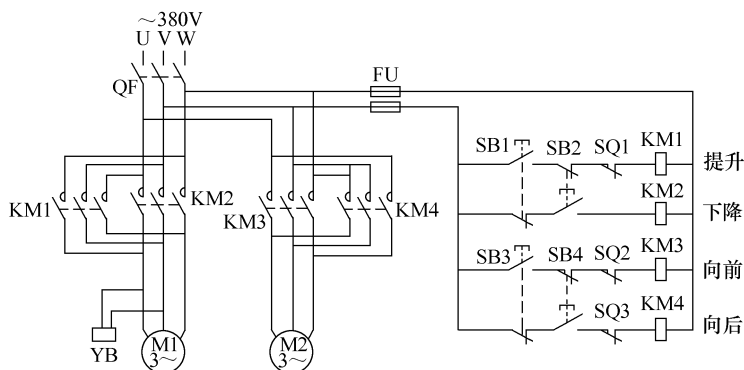
交流电焊机的电路如图 2-15b 所示：当合上刀开关 HK 时，电焊机得电工作，当拉下刀开关 HK 时，电焊机停止工作，这种电路是电焊机常用的且是最简单的一种电路。

16. 电葫芦电路

电葫芦是一种小型起重机械，多用于设备的吊装工作。它由吊钩和移动行车两部分组成，吊钩的提升和行车行进各有一台电动机拖动。提升电动机带动滚筒转动，从而带动吊钩的提升或下降；行进电动机拖动提升机构在工字梁上水平移动，从而带动起重机前进或后退。其外形和控制电路如图 2-16a、b 所示。



a) 电动葫芦外形



b) 电动葫芦电路

图 2-16 电动葫芦

主电路用断路器 QF 作短路保护，接触器 KM1、KM2 控制提升电动机 M1，KM3、KM4 控制行进电动机 M2 的正反向运行，它们都是靠改变施加于电动机三相电源的相序，实现正转或反转的，YB 为电磁制动器，它装在提升电动机 M1 的端部，以保证吊钩的准确定位。

控制电路采用电动机的点动控制电路，左面两条支路分别为提升、下降控制，两支路由悬挂式复合按钮 SB1、SB2 来控制起停，SQ1 作上限位开关，用于提升的终端保护；右面两条支路分别为起重机的向前、向后移动控制，它们由悬挂式复合按钮 SB3、SB4 来控制起停，SQ2、SQ3 分别是前、后移动限位开关，作水平移动的终端保护。熔断器 FU 作短路保护。

前进控制。按下复合按钮 SB3，SB3 常闭触头先断开，保证接触器 KM4 不会得电吸合，SB3 常开触头后闭合，接触器 KM3 得电吸合，行进电动机 M2 得电起动。移动至规定位置时，松开 SB3，KM3 断电释放，M2 停机。如操作者操作失误或由于某种原因导致 SB3 触点短路，行进到终端位置时，行程开关 SQ2 断开，接触器 KM3 断电释放，电动机准确停止。

同理，读者自行分析后退控制、升、降控制。

17. 砂轮机电路

如图 2-17a、b 所示是砂轮机的外形和脚踏开关接线电路。脚踏开关 JK 安装在砂轮机的旁边，当砂轮

磨件时，只要操作人员踏上开关 JK，交流接触器线圈 KM 就立即有电，电动机 M 运转；当工作完毕后，操作人员离开砂轮，脚踏开关自动开路，接触器主触点断开，电动机停止工作。

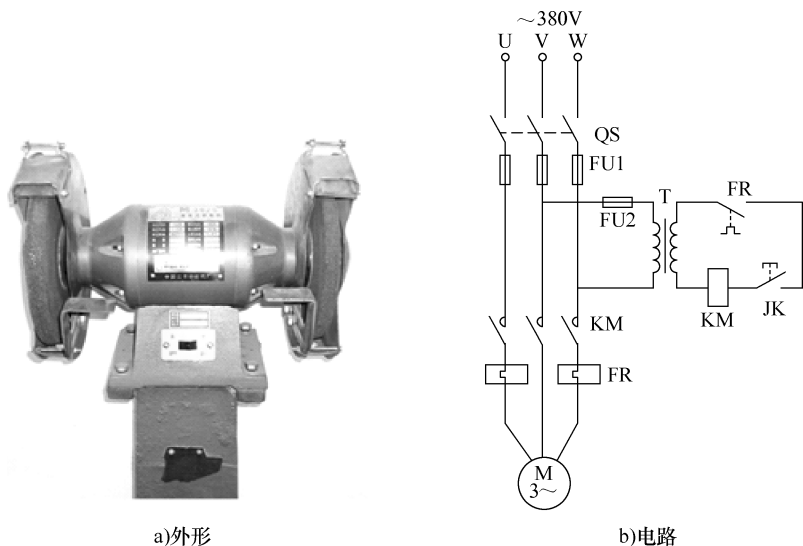


图 2-17 砂轮机

18. 铲车电路

电瓶铲车是车站、码头、仓库及一般工厂中常用的一种堆垛和搬运工具。

图 2-18 为 1t 电瓶铲车的外形和电气控制电路。图 2-18b 为蓄电池串联组成的 1t 电瓶铲车电气控制电路。GB 为蓄电池串联组成的 30V 直流电源。电动机 M1 为行驶电动机，是双速串励电动机，通过一套齿轮传动机构，驱动铲车前进或后退行驶。电动机 M2 也是串励电动机，用于拖动高际油泵，将高压油液输送到液压系统，以操纵货叉的升降。

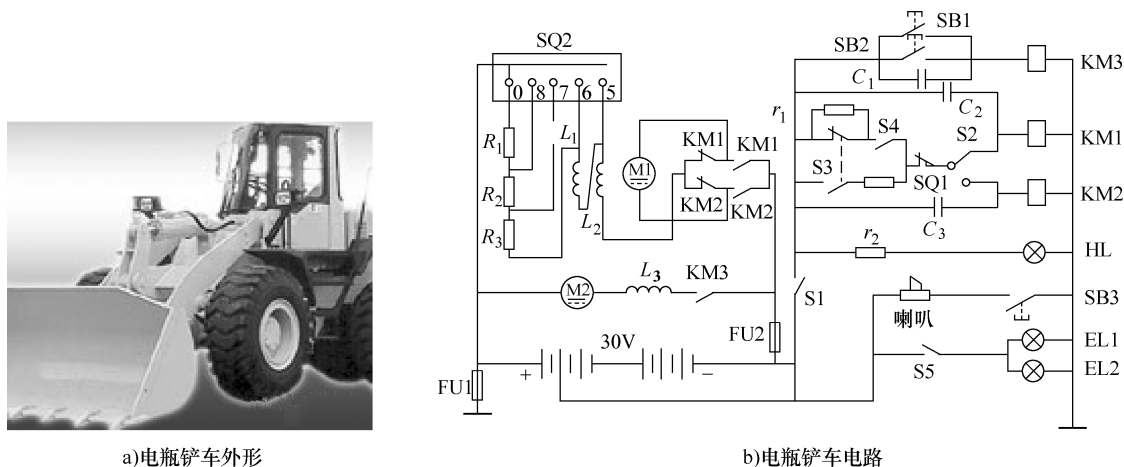


图 2-18 电瓶铲车

S1 为电锁开关，S2 为方向开关，SQ1 为脚踏开关，SQ2 为速度控制器踏板。铲车的起动和调速时将电锁开关 S1 闭合，此时电源指示灯 HL 亮，表示电源已接入电路，作好供电准备。

将方向开关 S2 的手柄扳到需要的方向，即铲车前进或后退的位置。松开手刹车的手柄，并放开脚刹车，使脚踏开关 SQ1 复位而闭合，然后轻踏速度控制器 SQ2 的踏板，使其动触点与静触点“0”相接触，使控制开关 S3 闭合。

19. 机械扳手控制电路

为了减轻操作者的劳动强度，缩短辅助时间，提高机械化、自动化水平，在组合机床及自动线上广泛采用各种型号的机械扳手来拧紧或松开夹紧机构中的螺母或螺栓，实现自动夹紧或松开工件。

机械扳手控制电路如图 2-19 所示。图中行程开关 SQ 若松开，说明扳手处于松开状态，可进行上述操作，当夹紧后将夹紧套筒退回，压下 SQ 触点接在其他控制电路中，此时由于 SQ 常开触点闭合，其他控制电路方可通电工作，所以 SQ 为夹紧与松开信号开关。

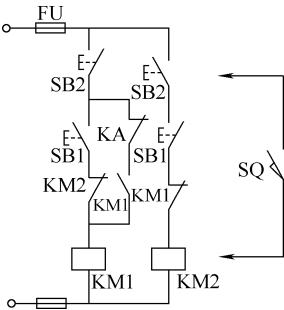


图 2-19 机械扳手控制电路

20. 喷漆机械手电路

喷漆机械手是采用步进顺序器分步控制的，首先介绍步进顺序控制器。

(1) 步进顺序控制器 步进顺序器 (SS) 能够按顺序逐一启动后续的 7 个内部继电器线圈 (ST)，组成一个步进顺序器。当第一个标有 (SS) 的内部继电器得电后，使随后的 7 个线圈均处于释放状态。随后当其后的一个标有 (ST) 的内部继电器得电时，这组步进顺序器带的其他继电器均释放，通电顺序必定是由小至大，逐一轮流。因此，步进顺序器是把连续的几个内部继电器组合起来，协调行动，它们在 RLL 图中的图形符号见表 2-1。

在 EPS 软件中并不规定步进顺序器从哪个内部继电器编号开始，也不一定在 (SS) 线圈后要跟随 7 个 (ST) 继电器，但最多是 7 个。如果需要超过 8 步时，可以把两个步进顺序器串联起来。

表 2-1 步进顺序器图形符号

图 形 符 号	功 能
R7 — (SS) —	R7 内部继电器为步进顺序器的第 1 个线圈
R8~R14 — (ST) —	R8~R14 是步进顺序器的后续 7 步继电器线圈
R7~R14 ┐┐	步进顺序器的常开触点，瞬时动作
R7~R14 ┘┘	步进顺序器的常闭触点，瞬时动作

(2) 喷漆机械手定位控制电路 若有一个带有红、绿、蓝 3 种颜色油漆喷枪的机械手在一条有 4 个工位的通道中移动。机械手能喷出 3 种颜色，在 4 个工位要喷刷 4 段颜色，如图 2-20a 所示。每个工位的交界处都设置一个位置传感器，此外，在起点及终点也各设一个位置传感器，总共 5 个位置传感器，其梯形图见图 2-20b。

喷漆机械手由 X0 位置传感器起动控制。红色喷枪由 Y2、输出点控制，绿色喷枪及蓝色喷枪分别由 Y3 及 Y4 控制。R0~R5 组成一组步进顺序器。输出点 Y0 控制机械手前进，Y1 控制机械手返回。

首先，X0 位置传感器发出启动信号，使步进顺序器启动，这时 R0 内部继电器吸合，其余 5 个线圈释放。由于 R0 接通，使 R10 置位，驱动输出点 Y0。于是机械手前进，同时 R0 触点驱动输出点 Y2，使机械手上的红色喷枪工作。当机械手行进到 X1 处，X1 位置传感器发出信号，使 X1 触点接通，内部继电器 R1 吸合，同时 R0 断开。因为 R0 是步进顺序器的第 1 个线圈。R1 触点驱动输出点 Y3，使机械手上的绿色喷枪工作。当机械手继续前进到 X2 处，X2 位置传感器动作，使 R2 吸合，同时断开 R1。与此类同，直至机械手到达终点，R4 使 R10 复位，于是机械手停止前进。当 R4 接通 Y1 线圈，机械手便返回起始点。起始点 1 的位置传感器 X0 又发出信号，于是 PLC 的 X0 又接通，机械手又开始下一次的喷漆工作。

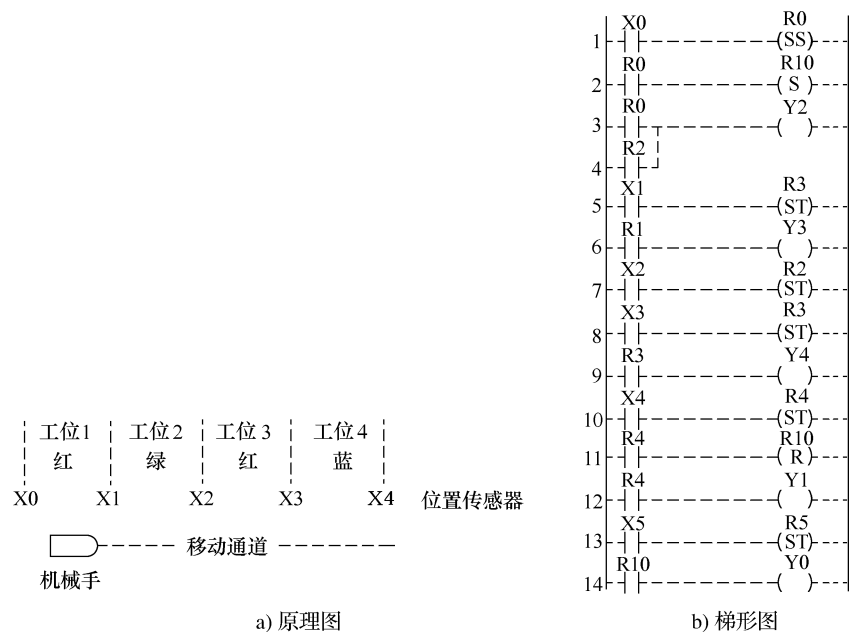


图 2-20 喷漆机械手的定位控制

21. 具有反向工作进给的机械动力滑台控制电路

具有反向工作进给的机械动力滑台控制电路如图 2-21 所示，图中 M1 为进给电动机，M2 为快速电动机，KM1、KM2 为两台电动机的正、反转接触器，KM3 为 M2 的线路接触器。

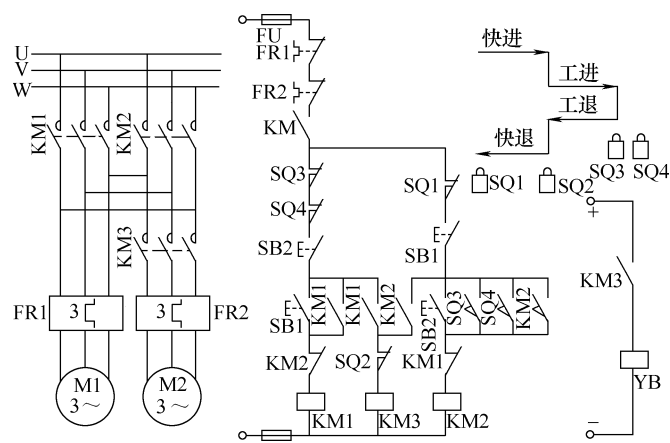


图 2-21 具有反向工作进给的机械动力滑台控制电路

电路工作原理如下：按下向前工作按钮 SB1，KM1 通电并自锁，M1 正向起动。同时，KM3 通电，M2 也正向起动，滑台以快速加工速度前进。当挡铁压下 SQ2 时，KM3 断电，快速电动机停转并制动，滑台仅以工进速度继续向前，直至加工终点压下 SQ3，KM1 断电、KM2 通电，工进电动机反转，滑台以工进速度后退，退至行程开关 SQ2 放开，KM3 再次通电，快速电动机反向起动，滑台以快退加工速度退回原位，压下 SQ1，KM2、KM3 断电，M1 与 M2 同时停转，M2 并有制动，滑台停在原位，工作循环结束。

该电路只用 3 个接触器同时控制两台电动机的正、反转，在选用接触器时，KM1、KM2 的容量应按两台电动机的容量来考虑。

对于具有工进、工退加工形式的滑台，大多用作攻丝加工用。在攻丝之前要先钻底孔，底孔深度要比攻丝深度略深些。攻丝加工中，若丝锥已至终点位置，而 SQ3 动作不灵敏，滑台仍继续前进，可能出现刀具、零件甚至设备的损坏。为此设置了 SQ4，起超行程限位保护。

22. 带定位夹紧的一次进给系统控制电路

带定位夹紧的进给控制电路在组合机床中，往往要求几个执行机构按一定的工艺要求和顺序工作。例如在加工开始之前，首先将工件定位夹紧，而后开始加工，当加工结束退回原位时，应自动拔销松开工件，实现整个加工过程的自动循环控制。

带定位夹紧的进给油路控制电路如图 2-22 所示。

液压泵电动机起动后，液压泵打出高压油，液压部件尚未开始工作，滑台停在原位，SQ1 处于被压下状态，卸荷电磁阀 YV5 通电，使液压泵打出的高压油经卸荷阀流回油箱，保证了液压泵等不因过负荷而损坏。

电路开始工作时，按下工作开始按钮 SB2（SB2 为复合按钮），KA1 通电并自锁，KA1 的常开触点闭合，为滑台向前进给电磁铁 YV1 通电作准备；KA1 的常闭触点打开，切断 YV5 电路，卸荷阀关闭，停止卸荷，压力油进入油路，开始工作。按钮 SB2 的常开触点闭合，电磁铁 YV3 通电，压力油打入定位夹紧液压缸右腔，实现工件定位夹紧。工件夹紧后，油路压力逐渐升高，压力继电器 BP2 动作，其常开触点闭合，发出信号使向前进给电磁铁 YV1 通电，压力油打入进给液压缸左腔，滑台快速进给，至挡铁压下行程阀时，快速阀接入油路，进油量减少，滑台转入工作进给。此时，电路工作状态不变。加工至终点，使挡铁停留，滑台停止前进，压力继电器 BP1 动作，其常开触点闭合，使 KA2 通电并自锁。KA2 常闭触点打开，KA1、YV1 断电。KA2 常开触点闭合，YV2 通电，进给油路工作状态改变，压力油打入进给液压缸右腔，滑台快速退回。KA2 另一对常开触点闭合，为松开电磁铁 YV4 通电作准备。当滑台退回原位，压下 SQ1 时，YV2 断电，进给油路切断，滑台停在原位。

由于 SQ1 常开触点闭合，YV4 通电，压力油打入夹紧液压缸左腔，进行拔销、松开，油路压力降低，BP2 常开触点断开，KA2、YV4 断电。工件被松开后，压下 SQ2，卸荷电磁铁 YV5 通电，油路卸荷，加工循环结束。

卸荷电磁阀是液压泵的保护环节，当液压系统采用变量泵时，在各液压部件尚未工作，液压泵电动机又不停机的情况下，使液压泵打出的高压油有一条回油通路，保护液压泵不因过负荷而损坏。当液压系统投入工作后，则必须使其立即停止卸荷，使压力油进入油路工作。

电路中调整开关 SA1、SA2 作为定位夹紧和滑台进给单独调整用。按钮 SB2、SB4、SB3 同时也作为滑台夹紧、松开和退回调整用。

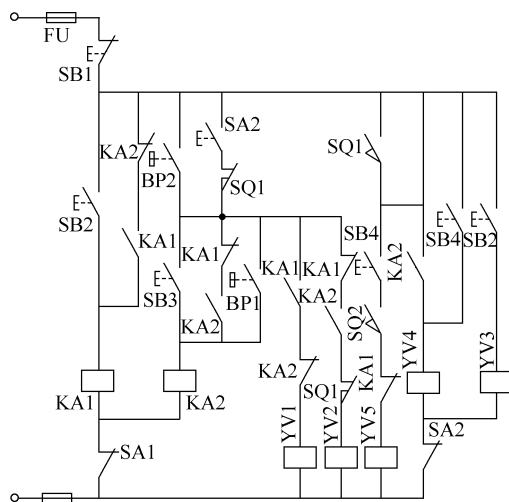


图 2-22 带定位夹紧的进给控制电路

23. 小型机械传动回转工作台控制电路

小型机械传动回转工作台的工作过程是依靠机、电联合控制的。工作台的转动是由电动机直接拖动，转动精度由定位销保证。回转工作台在转位过程中，要求在回转电动机起动后，先拨定位销实现松位，然后抬起花盘（回转工作台台面）回转，到位后再落下花盘，插入定位销并夹紧，转位过程结束。

小型机械传动回转工作台控制电路如图 2-23 所示。

电路工作原理是：按下回转指令按钮 SB，KA1 通电并自锁，各动力头均处在原位，各原位开关压下，则 KM 通电并自锁，转位电动机起动旋转，此时回转工作台先行拔销、松开，拔出定位销后，限位开关 SQ 放开，工作台抬起，减少回转摩擦力，SQ 的常闭触点复位，KA2 得电并自锁，回转工作台正式开始转位，KA2 另一对常开触点闭合，为中间继电器 KA3 通电发出动力头“向前”信号作准备。工作台靠机械

分度机构转位至预定工位后,工作台落下,自动插入定位销定位夹紧,同时压下 SQ, KA3 通电,发出动力头向前工作信号,KA3 常闭触点打开,KM、KA2 相继断电,回转电动机停转,转位过程结束。

工作台自动、半自动工作状态是由主令开关 SA 来选择的。当工作台自动循环工作状态时,开关 SA 处于闭合状态,回转工作台完成一次转位后,即对本工位的工序进行加工,这时 KA1 一直通电。当各动力头加工完成退回原位,压下原位开关时,接触器 KM 通电,工作台又自动进行拔销、抬起、转位……等动作过程,且一直循环下去,直到其中某零件最后一道工序加工完成,压下停机按钮 SB1,机床才停止工作。

当工作台处于半自动工作状态时,本来连续工作的机床或自动线,在进行一个工位的加工后,便自动停机。在这种工作状态时,调整开关 SA 处于断开状态。在发出转位信号后,电动机起动,工作台自动进行转位、加工,这时 KA2 通电,其常闭触点打开,KA1 就断电。因此,在本工位加工结束,动力头回到原位时,KM 无法通电,工作台电动机就不能自动起动回转,实现了只加工一道工序,不连续工作的半自动加工控制状态。若要继续再加工,则重新按下 SB 按钮。

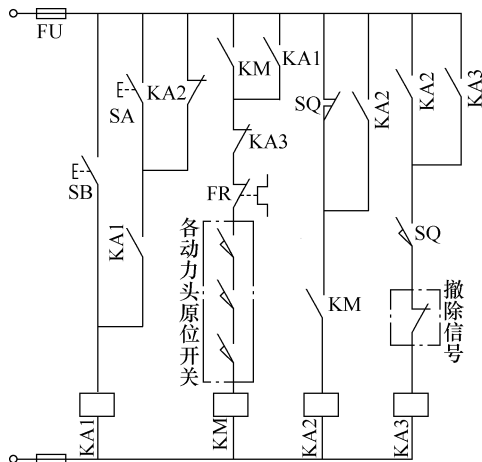


图 2-23 小型机械传动回转工作台控制电路

24. 液压回转工作台控制电路

液压回转工作台控制电路如图 2-24 所示。图中 SQ1 在转盘抬起时压下, SQ2 在转盘回转快到位时压下、在回转到位时放开, SQ3 在转盘反靠结束时压下; KA10 为动力头向后动作继电器, KA11 为动力头加工完成继电器, KA12 为动力头原位信号继电器; SA 是回转工作台自动与半自动工作状态选择开关, SA1 是动力头单独调整工作选择开关, SA2 是回转工作台单独调整工作选择开关; SB1 是回转工作台回转按钮, SB2 是回转工作台半自动工作撤除按钮, SB3 是单独起动动力头向前动作按钮。

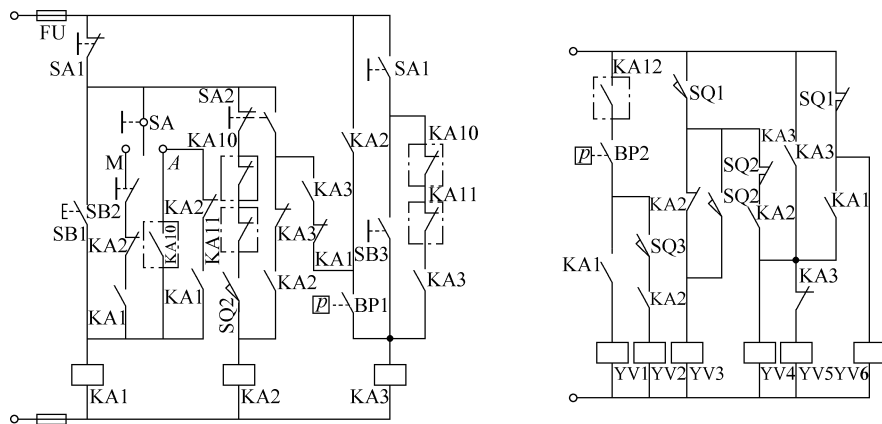


图 2-24 液压回转工作台控制电路

电路工作时,回转工作台如需处于半自动工作状态,则选择开关 SA 应扳在 M 位置。

因各动力头尚在原位,KA12 触点闭合,液压泵电动机起动,接通控制回路电源后,YV6 通电,离合器打开,回转液压缸的齿条、齿轮 Z1 与工作台转位传动系统脱开,按下回转按钮 SB1,KA1 通电并自锁,YV4、YV5 同时通电,回转液压缸下腔通入压力油,确保活塞齿条返回到原位,压力继电器 BP2 动作,YV1 通电,转盘 2 抬起,自锁装置脱开,转盘抬到位并压下 SQ1,YV6、YV4、YV5 断电,离合器合上,同时 YV3 通电,转盘回转分度,当转盘回转快到位时,压下 SQ2,KA2 通电并自锁,发出回转记忆信号,KA2 常开触点闭合,为 YV4、YV5 通电作准备。转盘继续慢速回转,到位时放开 SQ2,YV3 断电,YV4、

YV5 通电, 转盘实现反靠。反靠结束压下 SQ3, 由于油路压力升高, 压力继电器 BP2 再次动作, 使 YV2 通电, 转盘落下夹紧, 并插上自锁销。

在转盘落下的同时, 放开 SQ1, 使 YV6 又通电, 离合器打开, 将活塞齿条和转盘传动系统脱开。转盘夹紧后, 压力继电器 BP1 动作, 其常开触点闭合, KA3 得电并自锁, 发出动力头向前加工信号。KA3 常闭触点打开, YV5 断电, 而 YV4 仍通电, 活塞齿条快速退回到原位, 并使压力继电器 BP2 常开触点又闭合, 为下次转位作准备。KA3 常闭触点打开, 切断 KA2 线圈回路, 转盘转位过程结束。

25. 木工机床电路

对于外壳加工者来说, 拥有自己的木工机床, 加工一些小型的木材或塑料、有机玻璃等材料的模型部件, 是求之不得的。下面介绍的小型木工机床, 采用了小型步进电动机, 可从废旧软盘驱动器、打印机及复印机中拆取。

一般的步进电动机都需要用二相或多相脉冲电源作驱动电源。这种电路较复杂, 成本也较高。本制作另辟途径, 利用电动机的两个绕组的阻抗实现正反馈而产生振荡, 实现了他励型驱动。电路只用 7 个零件。图 2-25a 是单端驱动电路, 图 2-25b 为推挽驱动电路。为了获得需要的转矩, 步进电动机选用 23LM-0304-14 型, 其额定电压为 5.1V, 额定电流为 1.0A, 步长为 1.8° , 绕组电阻为 10Ω 。

木工机床由步进电动机、工作台、刀台、驱动爪、顶尖等部件组成。其中工作台可用木材制作; 刀台用角钢等材料制作, 加工所用的刀具可根据加工目的自制。

这台木工机床的空载转速为 $1500\sim 2000\text{r/min}$ 。加上加工负荷后的转速为 $500\sim 800\text{r/min}$, 可加工件最大尺寸为 $\Phi 50\text{mm}$ 。

机床驱动电路的供电为直流 $30\sim 60\text{V}$ 。但步进电动机绕组上的工作电压为交流脉冲波形。

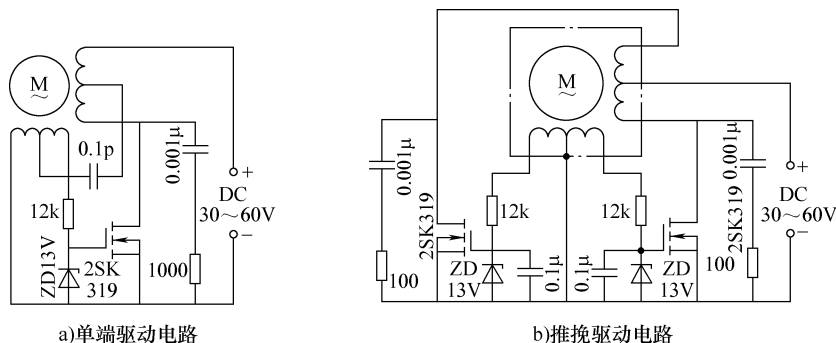


图 2-25 木工机床电路

26. 数控车床进给电路

(1) C620 型简易数控车床简介 简易型数控机床又称为经济型数控机床。这种机床的特点是简单、实用、价廉、可靠、操作维修方便。简易型数控机床的设计思想是面向生产第一线的操作工人, 使操作适合操作工人的特点, 经过短期培训就能迅速地掌握, 并让工人在加工中发挥他们原有的操作经验。简易型数控机床, 其零件程序一般不使用纸带输入, 而用键盘或磁带输入。它去掉了一些传统的、复杂的自动机能, 而保留了自动加工的基本功能。这种装置由于体积小, 往往与机床构成一体, 所以具有价廉、可靠等优点, 且在技术上具有一定的先进性, 为我国现有旧机床的改造提供了有利条件, 适应目前技术革新与技术改造中量大面广的需要。目前国内发展了许多品种的简易型数控机床, 其中以简易型数控车床为最多。

数控车床品种繁多, 结构各异, 但在许多方面仍有共同之处, 本节主要介绍 C620 型数控车床。该车床能车削直线、斜线、圆弧、米制/英制螺纹、锥管螺纹及多头螺纹。因有刀尖半径补偿等多种功能, 故适合加工形状复杂、精度高的盘形零件和轴类零件, 其外形如图 2-26 所示。

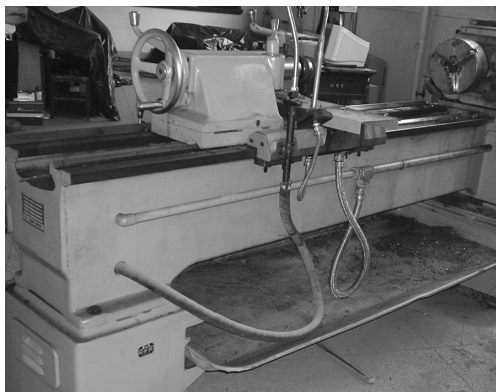


图 2-26 数控车床外型图

(2) 数控车床各部分组成及功能 C620 型数控车床为两坐标联动双闭环控制。主轴由交流电动机驱动，故而箱体内部结构简单，可无级调速及恒线速度切削。

该传动系统主轴由 J02 系列 1.1kW 和 0.5kW 交流调速电动机，通过两级宝塔带轮直接带动。主轴经齿形带轮和皮带，把运动传至主轴脉冲发生器，当车削螺纹时，CPU 对该脉冲发生器反馈的脉冲数进行计算和分配，控制纵向走刀，以保证加工所需导程的螺纹。

纵向 z 轴进给是由伺服电动机直接带动滚珠丝杠，实现纵向滑板的进给。横向 x 轴进给是由伺服电动机驱动，通过同步齿形带传给滚珠丝杠，实现横向滑板的进给。刀盘转位是由电动机驱动，经齿轮、蜗杆实现的。尾座套筒内活顶尖支撑在前后两组轴承上，由液压缸来操纵。

(3) 数控 C620 车床电路

1) 电路组成框图：电路框图如图 2-27 所示。开环部分由程序给定、数字控制、步进电动机等环节组成，提供信号。

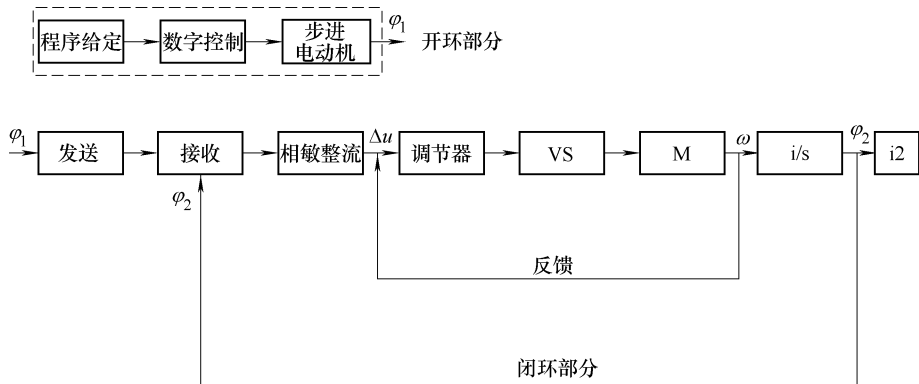


图 2-27 进给电路组成框图

闭环部分是由纵向和横向两套系统组成，电路的工作原理简述如下：由数控电路的步进电动机发出控制指令，接收机接收到信号后，经相敏整流变成直流信号，再经运算放大器放大，控制晶闸管的导通角，从而改变三相交流异步电动机的定子绕组上的电压，即改变了旋转磁场的强弱，实现了对电动机的无级调速。为了使系统稳定工作，提高加工精度和机械特性硬度，引入了测速发电机 (CS) 转速负反馈。

纵向 (Z) 1.1kW 和横向 (X) 550W 交流电动机带动车床丝杠作进给运动，使车床工作。

2) 相敏整流：发送机 (FZ) 绕组和接收机 (SZ) 三相绕组一一对应连接，110V 交流电压供给发射机励磁绕组，初始角为 ϕ_1 ，接收机定子绕组两端输出电压和相位能够反映与发射机转子角位移 ϕ_2 ，即反映与发射机之间的误差角的大小和方向。平衡时，输出电压为零，否则，产生误差，输出一个电压信号。图 2-28 为单相全波相敏整流电路，两组交替工作，分别在电阻 5.1k 上有电压输出，RP1 用来调平衡。整流将

交流变成直流信号, 经 RP2 送往运算放大器速度环 (ST) 输入端进行放大。

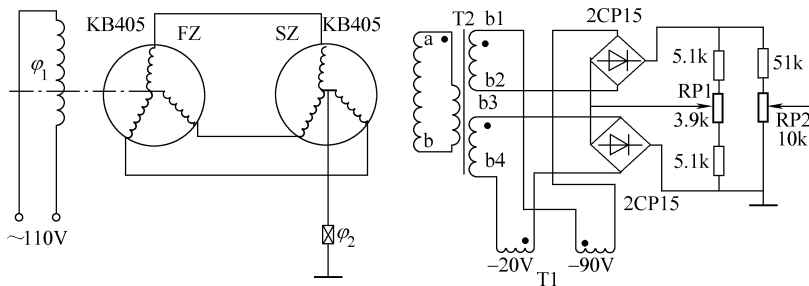


图 2-28 单相全波相敏整流电路

3) 位移环的原理与参数计算和调整: 位移环是双环系统的外环, 其结构图如图 2-29 所示。其中 K_{XZ} 为相敏整流系数, t_{XZ} 为相敏整流滤波时间常数, $W_{WT}(S)$ 为位移调节器传递函数, $\varphi_S(S)$ 为转速环的闭环等效传递函数,

$$\varphi_S(S) \approx \frac{1}{K_{SF}(2\sigma_S S + 1)}$$

i 为减速器变速比 ($i=4$)。

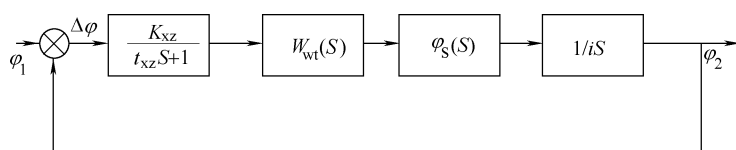


图 2-29 位移环结构图

调节器参数计算方法 (例如 “对称最佳”) 大多来源于调速系统的实践。电路如图 2-30 所示。取 $R_1 = R_2 = 10k\Omega$, $C_1 = 1.1\mu F$, 即 $t_{XZ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C_1 \approx 5\mu s$ 。位置环小时间常数 $\sigma_W = 2\sigma_S + t_{XZ} = (2 \times 22 + 5)\mu s = 49\mu s$ 。通过改变 6DW2 的分压系数, 整定 $K_{XZ} = 0.007V/^\circ$, 由内环测得 $\frac{1}{K_{SF}} = \frac{2700r/min}{4V} = 4050^\circ/Vs$, 则外环的调节对象总传递系数为 $K_{WX} = K_{XZ}/K_{SF} = 0.007V/^\circ \times 4050^\circ/Vs = 28.4/s$ 。

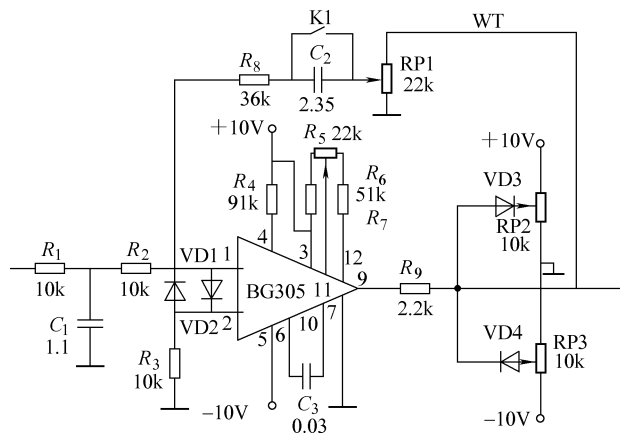


图 2-30 位置环放大器电路 (WT)

按照开环对数幅频特性中频段转折频率的最佳比例计算 WT 的参数, 并取中频 ($-20dB/10$ 倍频程) 斜率段的宽度 $h=7$, 则 WT 的参数可按下列关系式估算

$$\tau_D = h\sigma_W = 7\sigma_W$$

$$\tau_1 = \frac{haK_{WX}\sigma_W^2}{i} = \frac{12.2K_{WX}\sigma_W^2}{i}$$

先预选 WT 的反馈分压系数 $K_{F1}=0.5$, 估算反馈电容 $C_2 = \frac{12.2K_{WX}\sigma_W^2}{(R_1+R_2)iK_{F1}} = \frac{12.2 \times 28.4 \times 49^2 \times 10^{-6}}{20 \times 10^3 \times 4 \times 0.5} \mu\text{F} = 20.8 \mu\text{F}$ 。取 $C_2 = 16.5 \mu\text{F}$ (两只 $33 \mu\text{F}$ 电容反向并联), 即可算出反馈系数

$$K_{F2} = \frac{12.2K_{WX}\sigma_W^2}{(R_1+R_2)iC_2} = \frac{12.2 \times 28.4 \times 49^2 \times 10^{-6}}{20 \times 10^3 \times 4 \times 16.5 \times 10^{-6}} = 0.63$$

由式 $\tau_D = h\sigma_W$ 可算出 WT 的总电阻为

$$R = R_9 + R_{10} = \frac{h\sigma_W}{C_2} = \frac{7 \times 49 \times 10^{-3}}{16.5 \times 10^{-6}} \text{k}\Omega = 20.8 \text{k}\Omega$$

为了保证不产生超调, 制动时由控制机提前 Δ 步距给出降阶信号 U_{ji} , 控制继电器将 WT 的反馈电容 C_2 和部分反馈电阻 (R_{10}) 短路。这时 WT (P 调节器) 的反馈电阻 R_9 可按下式计算:

$$R_9 = \frac{i(R_1+R_2)K_{F1}}{\alpha_2 K_{WX}\sigma_W} = \frac{4 \times 20 \times 10^3 \times 0.63}{3 \times 28.4 \times 49 \times 10^{-3}} \text{k}\Omega = 12.1 \text{k}\Omega$$

$$R_{10} = (20.8 - 12.1) \text{k}\Omega = 8.7 \text{k}\Omega, \text{ 取 } R_9 = 12 \text{k}\Omega, R_{10} = 8.8 \text{k}\Omega。$$

位置环的调整分两步。第一步先调整 WT 为 P 调节器的情况 (加入降阶信号 U_{KK} 使继电器短路 C_2 和 R_{10}), 这时系统为一阶无差系统, 具有较大速度误差, 但静误差很小。给定某一失调角 (比如给定 $\Delta\phi = 45^\circ$, 即电动机偏离协调位置 180°), 用长余辉示波器观测接通系统后的协调过渡过程。当 K_{F1} 值由大往小改变时, 系统过渡过程加快, 并由单调变成有超调, 以过渡过程快又刚刚没有超调为宜, 如图 2-31 中的曲线所示, 其中图 2-31a, $K_{F1}=0.5$ 时无超调。

调节时间 $t_T \approx 0.4 \text{s}$, 与理论计算值 $K_{F1} \approx 0.63$, $t_T \approx 10\sigma_W = 0.49 \text{s}$ 相接近。调节过程示波图中, U_{SC} 为测速发电机电枢电压, $U_{\Delta\phi}$ 为接收自整角机输出交流误差电压。

第二步, 取消降阶信号 U_{ji} , 使 WT 改为 PI 调节器, 这时克服相同失调角的协调过渡过程超调量加大, 调节时间亦加长了。当 $K_{F1}=0.5$ 时, $t_T \approx 0.8 \text{s} = 16.4\sigma_W$, 这与理论值很接近。

WT 为 PI 调节器时系统具有二阶无差度, 不仅静误差小, 而且等速跟踪时的速度误差亦很小, 后者是为保证加工螺纹和锥面的加工准确度所必须的。单脉冲步进和低速、中速、高速进给时的系统误差小, 系统的准确度较高, 能满足静误差小于 1 丝和等速误差小于 1~2 丝的要求大得多, 当动误差超过一定范围 ($\Delta\phi \geq 180^\circ$) 时系统将失步。为了确保系统启动时不失步, 应对进给速度的增长率 (加速度) 加以限制。

为此控制机设有动升频线路, 利用电容的充放电过程控制启动时进给速度以接近于指数曲线的波形上升。

由于双环系统外环小时间常数群较大 (σ_W 达 49ms), 影响了随动系统的快速性能, 从而要求升频过程长达 $3 \sim 4 \text{s}$ (启动的动态误差 $\leq 90^\circ$), 如图 2-32 所示。

4) 转速环的原理与参数计算: 以 Z 向系统为例, 介绍内环 (转速环) 和转速环结构如图 2-33 所示。

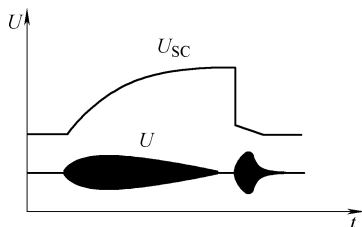


图 2-32 启动-制动过程示意图

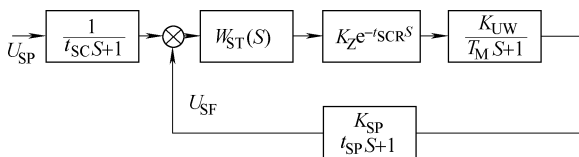


图 2-33 转速环结构图

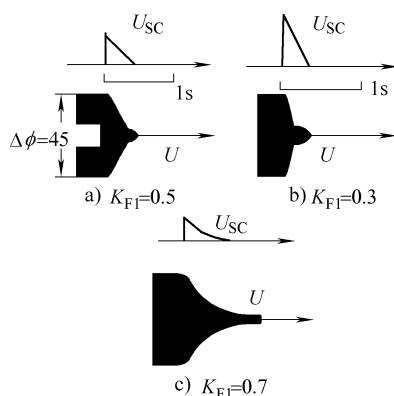


图 2-31 过渡过程曲线

图 2-33 中, t_{SL} 为转速环输入信号滤波时间常数; $W_{ST}(S)$ 为转速调节器传递函数; K_Z 为由触发电路输入信号电压到晶闸管输出电压的传递函数; t_{SCR} 为晶闸管时滞; K_{UW} 为晶闸管输出电压到电动机转速的传递系数; T_M 为机电时间常数; K_{SP} 为转速负反馈系数; t_{SP} 为转速负反馈滤波时间常数。

转速调节器 (见图 2-33) 的传递函数为

$$W_{ST}(S) = \frac{\tau_{D2} S + 1}{\tau_{i2} S} = \frac{R_6 C_3 S + 1}{(R_1 + R_2) C_3 K_{F2} S}$$

式中, K_{F2} 为 ST 的反馈分压系数。

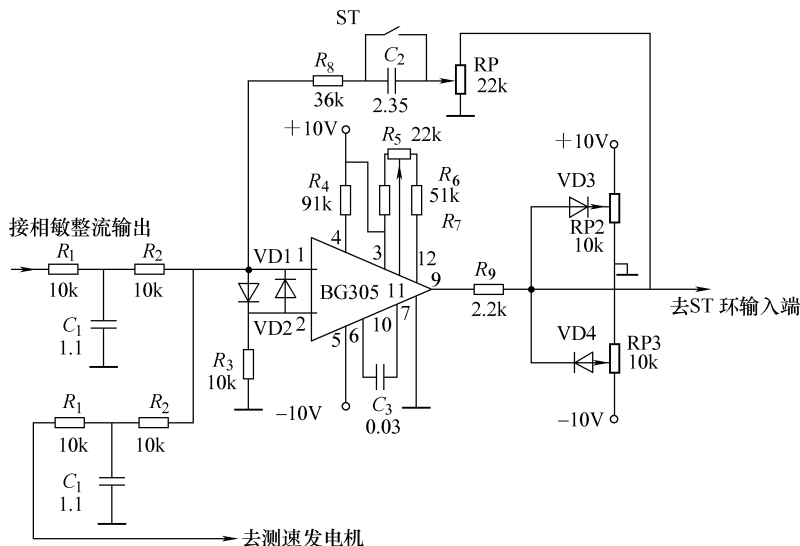


图 2-34 速度环 (ST) 放大器

转速环调节对象的传递函数为

$$W_{SX}(S) = \frac{K_Z K_{UW} K_{SP} e^{-t_{SCR} S}}{(t_{SF} S + 1)(T_M S + 1)}$$

$$\approx \frac{K_{SX}}{(\sigma_S S + 1)(T_M S + 1)}$$

式中, $K_{SX} = K_Z K_{UW} K_{SF}$ 为转速环调节对象总的传递系数; $\sigma_S = t_{SCR} + t_{SF}$ 为转速环的小时间常数群。

按照“线性品质最佳调节”(二阶最佳)的最佳条件估算 S_T 的参数, 其条件是

$$\tau_{D2} = T_M, \tau_{i2} = 2K_{WX}\sigma_S, t_{SL} = t_{SP}。$$

由 $t_{SL} \approx \frac{R_1 R_2 C_1}{(R_1 + R_2)}$ 和 $t_{SF} = \frac{R_3 R_4 C_2}{(R_3 + R_4)}$, 预选 $t_{SF} = 10\text{ms}$, 取 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10\text{k}\Omega$, 可得出 $C_1 = C_2 = 2\mu\text{F}$ 。选 $C_1 = C_2 = 2.35\mu\text{F}$ (两只 $4.7\mu\text{F}$ 电容反串联), $t_{SL} = t_{SF} = 5\text{k}\Omega \times 2.35\mu\text{F} \approx 12\text{ms}$, 取可控时滞 $t_{SCR} = 10\text{ms}$ (相当于单相全波整流线路的最大时滞), 故转速环小时间常数群 $\sigma_S = t_{SCR} + t_{SP} = 22\mu\text{s}$ 。

K_{SX} 的大小可以通过改变转速负反馈电位器 RP (见图 2-34) 的分压系数进行调整, 整定 $K_{WX} = 5$ (即当 ST 输出 0.4V 电压给触发线路时, 其输入端得到 2V 的转速反馈电压 U_{SF})。

由式 $t_{i2} = 2K_{SX}\sigma_S$, 设 ST 的反馈电容 $C_2 = 15\mu\text{F}$, 则可计算出 ST 的反馈系数 K_{F2} :

$$K_{F2} = \frac{2K_{SX}\sigma_S}{(R_1 + R_2) C_3} = \frac{2 \times 5 \times 22 \times 10^{-3}}{20 \times 10^3 \times 15 \times 10^{-6}} = 0.73$$

反馈电阻 R_6 可由下式得出: $R_6 = \frac{T_M}{C_3}$ 。式中, 机电时间常数 $T_M = \frac{GD^2}{375} \left(-\frac{\Delta n}{\Delta M} \right)$, 即 T_M 与机械特性斜

率 $\left(\frac{\Delta n}{\Delta M} \right)$ 的负值成正比。由于实心转子电动机的机械特性是有负斜率 (即转速 n 随 M 的增加而下降), 所以 T_M 为正值, 环节是稳定的惯性环节。由于交流电动机机械特性的非线性, 实际上 T_M 并不是恒定值, 估算参数时取其实测机械特性斜率的中间偏大值, 即

$$\frac{\Delta n}{\Delta M} = -\frac{2800 \text{ r/min}}{0.13}$$

Z 向电动机 $GD^2 \approx 0.005 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ，考虑到负载和减速器的影响取总飞轮惯量 $GD^2 \approx 0.01 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。由此得出

$$T_M = \frac{0.01 \times 2800}{375 \times 0.13} \text{ s} = 0.58 \text{ s}$$

反馈电阻

$$R_6 = \frac{T_M}{C_3} = \frac{0.58}{15 \times 10^{-6}} \text{ k}\Omega = 36 \text{ k}\Omega。$$

转速调节器各元件参数按以上估算结果焊接，即 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10 \text{ k}\Omega$ ， $C_1 = C_2 = 2.35 \mu\text{F}$ ， $C_3 = 15 \mu\text{F}$ ， $R_6 = 36 \text{ k}\Omega$ 。

转速环节的调整通过改变 K_{F2} 进行。在 ST 的输入端加阶跃信号的作用下，观测输出转速的过渡过程曲线 $n=f(t)$ ，改变 K_{F2} 使过渡过程快而略有超调即可。

如图 2-35 所示为在小信号（系统基本工作于线性状态）情况下不同 K_{F2} 时的（低速）启动过程示波图。结果表明， $K_{F2} = 0.6 \sim 0.8$ 时，过渡过程快而超调量小，与线性品质最佳调节的指标（调节时间 $t_s = 8.5\sigma = 8.5 \times 22 \mu\text{s} = 0.18 \text{ s}$ ，超调量 $\sigma\% \approx 4\%$ ）很接近。

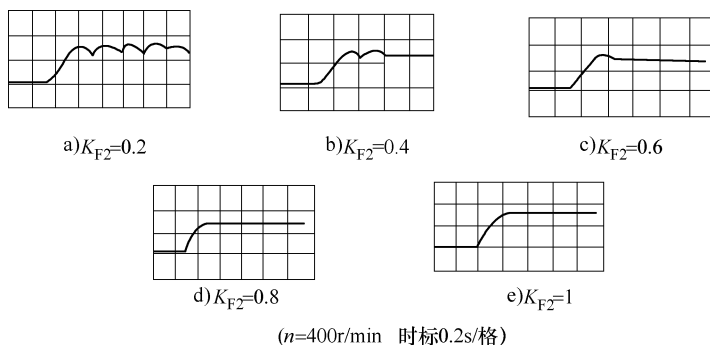


图 2-35 不同 K_{F2} 值低速启动

由于转速饱和以及其他非线性因素的影响，大信号（高速）的启动波形与小信号有区别，如图 2-36 所示。转速环本身即是高精度调速系统。这里作为双环随动系统的内环，内环参数整定好后，调整外环时一般不必重新调整。

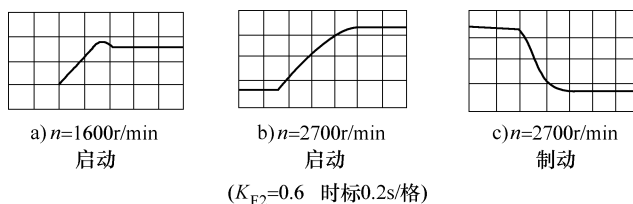


图 2-36 中速和高速启、制动过渡过程

5) 同相器与反相器：同相器 (TX) 与反相器 (FX) 由运算放大器及外围元件组成，来分别控制电动机的正反转，实现进刀和退刀。当进刀加工时，速度换 (ST) 输出正信号，加到 TX 的输入端，经触发电路 1 产生触发脉冲，触发 VS1 导通，电动机正转。这时，VS2 关闭，不工作。同理，反相器控制电动机反转。如图 2-37 所示。

6) 触发电路：触发电路由两套完全相同的电路 CF1、CF2 组成，分别触发双向晶闸管 VS1、VS2。整个触发电路由同步、整流、削波、放大、RC 充放电、脉冲形成和输出等环节组成。如图 2-38 所示。

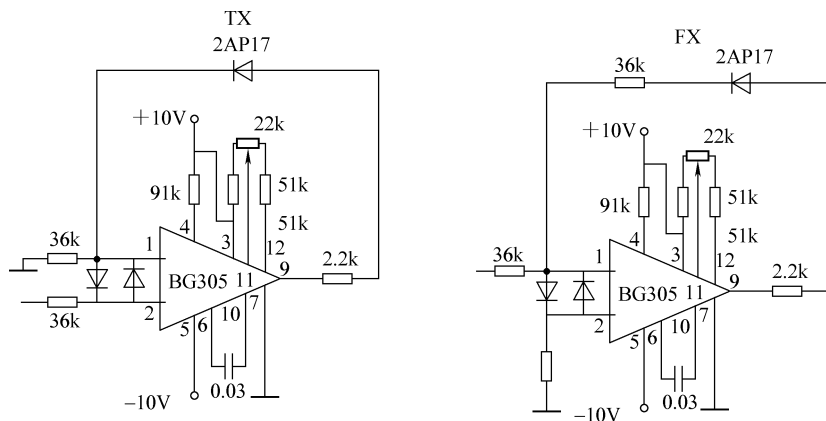


图 2-37 同相器与反相器

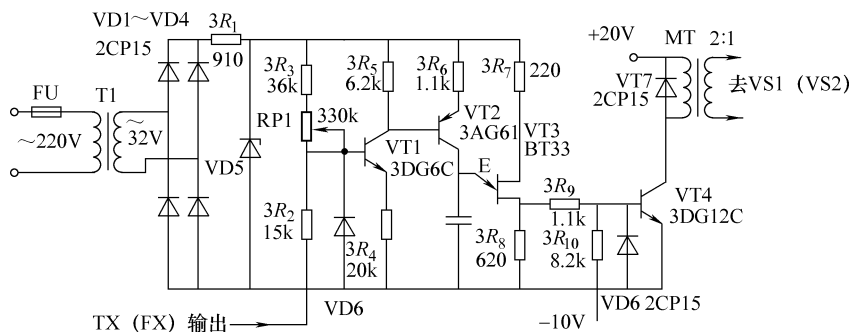


图 2-38 CF1 (CF2) 触发电路

交流电压由桥式 (VD1~VD4) 整流, $3R_1$ 限流降压, VD5 削波, 形成梯形波, 作为触发电路的直流和同步电压。当 VT1 基极接收到 RP1 的正向电压时导通, 集电极直接耦合 VT2 的基极, VT2 起到可变电阻的作用, 以改变对电容 $3C_1$ 的充电时间常数。当 VT2 导通时, 其集电极对 $3C_1$ 进行充电, 当充电电压 $U_c \geq U_p$ (单结晶体管的峰值电压) 时, VT3 的 e、b1 之间电阻急剧下降, 而转为导通, 发射极电流突然增加, 电容 $3C_1$ 经 $3R_8$ 放电, 则 VT3 的 b1 有尖脉冲输出。

由于 b1 输出的脉冲幅度太小, 经 VT4 放大, 由脉冲变压器 MT 输出, 接 VS1 的 G 和 K, 触发 VS1 导通。当 $U_c < U_p$ 时, VT3e、b1 间恢复阻断状态。

7) 控制主电路和继电器控制电路: 控制主电路采用单相电源交流 220V 供电, 经移相电容 C_1 移相后, 接三相异步电动机。如图 2-39 所示。 C_2 和串连电阻起阻容保护 VS1、VS2。电容 C_1 可根据下述经验公式计算。

电动机绕组接成星形, 移项电容 $C_1 = C_Y = (2.5 \sim 5) \frac{I_H}{U_H} \times 10^3 \mu F$

式中, I_H 、 U_H 为电动机的额定电流、额定电压。

电动机绕组接成三角形移项电容 $C_1 = C_\Delta = 3C_Y$

直流测速发电机 CS 和三相异步电动机同轴机械连接, 励磁绕组由 $\pm 10V$ 供电。RP 经 T 型网络连接到 ST 的输入端, 提供测速负反馈。

8) 继电器控制电路: 如图 2-40 所示。继电器 K 经两级放大后吸合, 利用 K 的常开和常闭触点分别控制指示灯和短接 WT 环上的电容 C_2 , 使 WT 环成为 P 调解器。

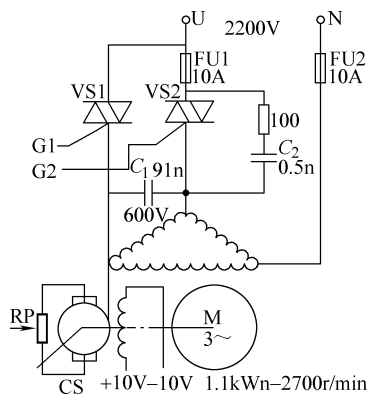


图 2-39 主电路

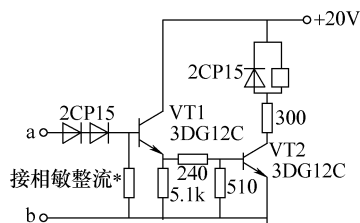


图 2-40 继电器控制电路

9) 直流电源：直流电源采用并联型，经整流、滤波、限流、稳压分别输出 $\pm 10\text{V}$ ，该电路简单，成本低，能满足要求。如图 2-41 所示。

图中 6.3V 指示灯 HL1、HL2，分别指示车床的运行和停止状态，由继电器控制电路控制。

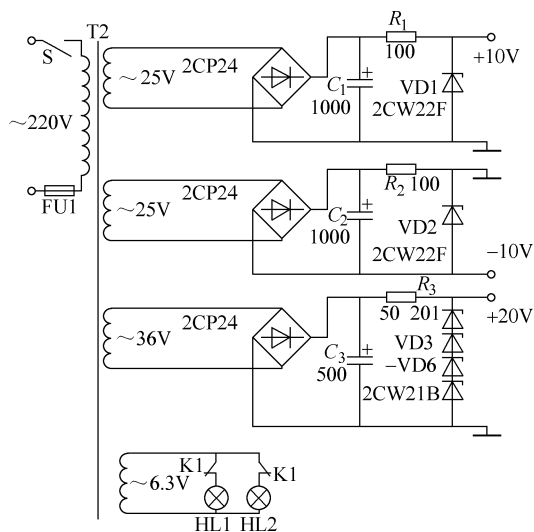


图 2-41 直流电源电路

第3章 电子定时电路

1. 555 开机延时输出高电平电路

(1) 电路原理简介 该电路如图 3-1 所示。当开机接通电源后, 由于电容 C_1 来不及充电, 555 的②和⑥脚处于高电平, ③脚输出低电平。随着电容 C_1 充电, 555 的②和⑥脚电位开始下降, 直到②脚电位低于 V_{CC} 时, 电路发生翻转, 输出端 U_O 由低电平变为高电平, 并一直保持下去。开机延迟时间 $t_w = 1.1RC$ 。二极管 VD 是为电源断电后电容 C 放电而设置的。这种电路一般用来控制电源电路的延迟接通。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-1 所示, 无特殊要求。

(3) 555 开机延时输出高电平电路如图 3-1 所示。

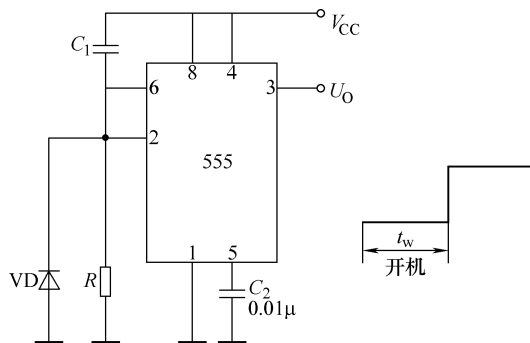


图 3-1 555 开机延时输出高电平电路

2. 555 开机延时输出低电平电路

(1) 电路原理简介 该电路如图 3-2 所示。当电路接上电源后, 由于电容 C_1 来不及充电, 555 的②和⑥脚处于低电平, ③脚输出高电平。随着电容 C_1 充电, 555 的②和⑥脚电位开始上升, 直到②脚电位升到 V_{CC} 时, 电路发生翻转, 输出端 U_O 由高电平变为低电平, 并一直保持下去。延迟时间 $t_w = 1.1RC$ 。这种电路多用来控制整机电路中的局部电路在开机工作一定时间后断开电源而使其停止工作。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-2 所示, 无特殊要求。

(3) 555 开机延时输出高电平电路如图 3-2 所示。

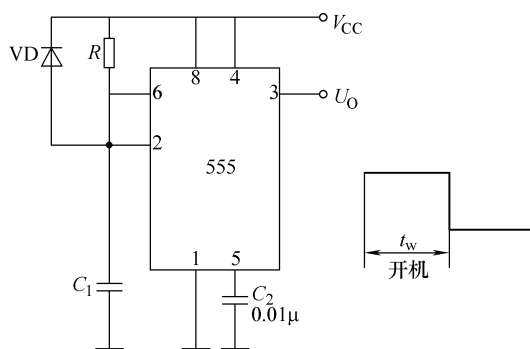


图 3-2 555 开机延时输出低电平电路

3. 555 单稳态触发式定时电路

(1) 电路原理简介 该电路如图 3-3 所示。这里将 555 接成单稳态形式, 平时按钮开关 S 处于常开状态, 555 的③脚输出低电平。此时内部放电开关闭合, 电容 C_1 上的电压为零。当按下按钮开关 S 时, 触发电路翻转, 555 的③脚由低电平变为高电平, 电路进入暂稳状态。暂态时间结束后, 输出端由高电平变为低电平。暂态时间 t_D 即为定时时间 $t_w = 1.1RC$ 。这种电路每按动一次开关 S, 电路就进入定时工作状态一次, 所以这种电路适用于需要手动控制定时工作的场合。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-3 所示, 无特殊要求。

(3) 555 单稳态触发式定时电路如图 3-3 所示。

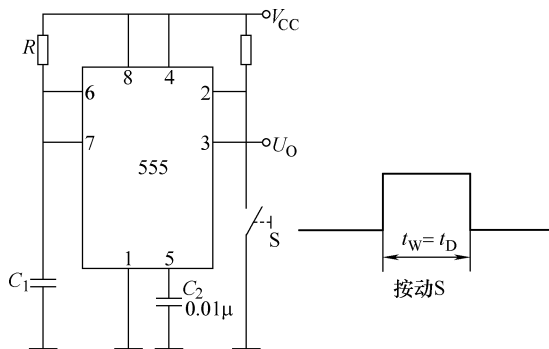


图 3-3 555 单稳态触发式定时电路

4. 555 构成的基本定时电路

(1) 电路原理简介 该电路如图 3-4 所示, 是 555 构成的基本定时电路。电路中, 若在 555 的②脚施加如图 3-4 所示的触发脉冲, 则在其③脚输出有一定时间间隔的脉冲, 间隔 $T \approx RC$, 经 VT1 放大后驱动有关电路, 如图 3-4 中的发光二极管 LED。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-4 所示, 无特殊要求。

(3) 555 构成的基本定时电路如图 3-4 所示。

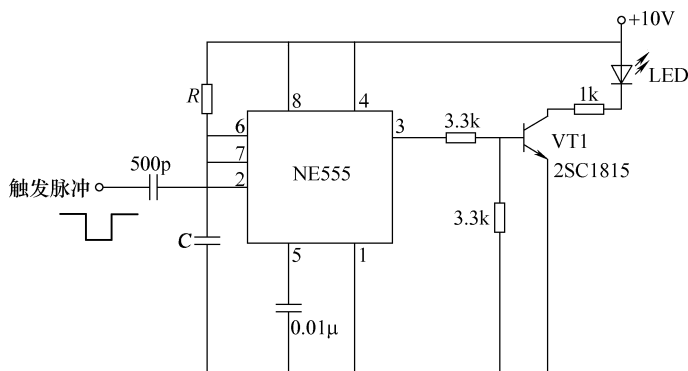


图 3-4 555 构成的基本定时电路

5. 顺序定时电路

(1) 电路原理简介 通过 $0.001\mu\text{F}$ 耦合电容把 556 双定时器的前半部分的输出送到后半部分的输入, 给出等于单个延迟之和的总延迟。将⑥脚瞬间接地可以启动定时器的前半部分。在由 $1.1R_1C_1$ 确定的时间间隔后, 第二个定时器开始延时, 其值决定于 $1.1R_2C_2$ 。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-5 所示, 无特殊要求。

(3) 顺序定时电路如图 3-5 所示。

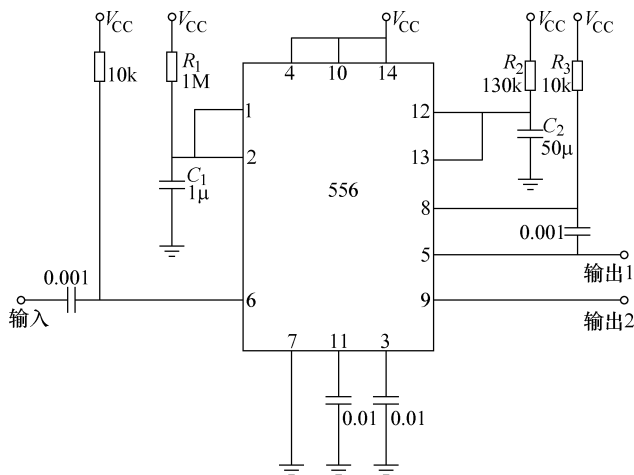


图 3-5 顺序定时电路

6. 555 构成的长时间定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-6 所示, 是 555 构成的长时间定时电路。按动 S1 开始定时, 调节 RP1 可改变定时时间, 定时范围为 $3 \sim 220\text{min}$ 。若电容 C_1 改为 $2200\mu\text{F}$, 则定时范围可为 $40 \sim 48\text{h}$ 。555 的③脚输出定时控制信号。若采用该电路控制较大功率的控制器时, 可在 B、C 或 A、B 之间接继电器, 用继电器的触点去控制各种定时负载。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-6 所示, 无特殊要求。

(3) 555 构成的长时间定时电路如图 3-6 所示。

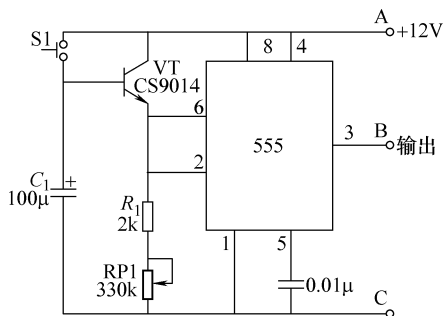


图 3-6 555 构成的长时间定时电路

7. CMOS 的 555 (ICM7555) 构成的定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-7 所示的是 CMOS 的 555 (ICM7555) 构成的定时电路, 由于采用 CMOS, 阻抗非常高, 这样设定时间可大幅度延长, 例如可构成几十分钟的定时器。其中图 3-7a 是简单的定时电路。图 3-7b 是可设定 10~100s 时间的定时电路, 电路中, 为了用微分脉冲触发, 采用电容 C_1 耦合, 只要②脚的电压低于电源电压的 1/3, 触发器就被触发。定时时间由 C_3 和 $R_4 + RP1$ 决定, 即 $T = C_3 (R_4 + RP1)$ 。 C_3 要选用漏电流小的钽电容, $RP1$ 可选用 1M Ω 或更高阻值的电阻。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-7 所示, 无特殊要求。

(3) CMOS 的 555 (ICM7555) 构成的定时电路如图 3-7 所示。

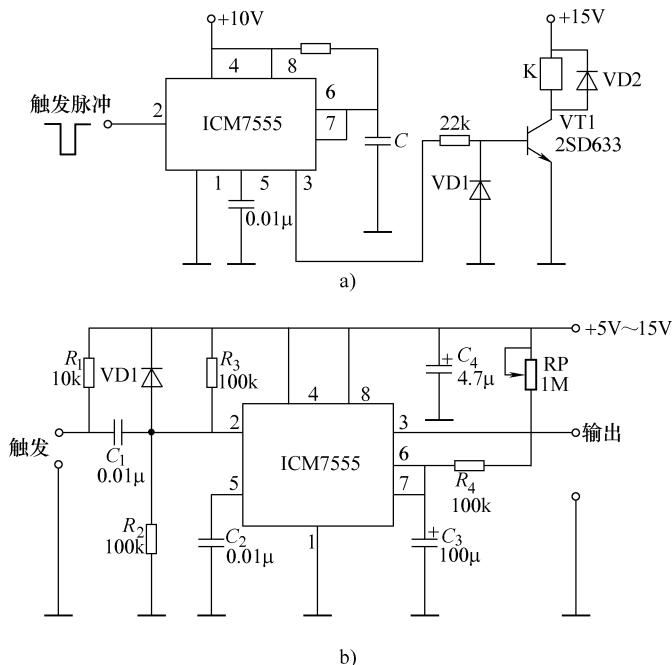


图 3-7 CMOS 的 555 (ICM7555) 构成的定时电路

8. 重复式定时电路

(1) 电路原理简介 图 3-8 中 IC555 与 $RP1$ 、 R_1 、 $RP2$ 、 R_2 、 $VD1$ 、 $VD2$ 及 C_1 等组成了一个无稳态电路, 其输出端 (③脚) 的高、低电平转换时间由电容器 C_1 的充放电时间决定, 这个时间即分别是被控电器的开启和关闭时间。由此可见, 只要调整电容 C_1 的充电和放电时间, 即可达到调整被控电器的开启和关闭时间的目的。在此电路中, 为了使电容 C_1 的充电和放电时间能单独调整而互不影响, 故加入了二极管 $VD1$ 和 $VD2$ 。

电路的工作过程简述如下: 在合上开关 SA 后, 220V 交流电压经 C_5 和 R_4 (C_5 的放电电阻) 降压和 $VD4$ 、 $VD5$ 整流及 $VD6$ 、 R_3 、 C_3 、 C_4 稳压滤波后给 IC555 提供一个较为稳定的直流电压。在刚合上 SA 时, 因电容 C_1 两端的电压为零且不能突变, 故此时 IC555 的②和⑥脚为低电平, ③脚输出高电平, 继电器 K 吸合, 插座 XB 得电, 被控电器开始工作。与此同时, 因 IC555 的③脚为高电平, 故其⑦脚也为高电平, 二极管 $VD1$ 导通、 $VD2$ 截止, 电源通过 $RP1$ 和 R_1 给 C_1 充电, 充电速度由 $RP1$ 调整。当 C_1 上的电压充至 2/3 电源电压 (U_{CC}) 时, IC555 的②和⑥脚变为高电平, ③脚相应变为低电平, 继电器 K1 释放, 插座 XB 失电, 被控电器停止工作。与此同时, 因 IC555 的③脚变为低电平, 故其⑦脚也将变为低电平, 二极管 $VD1$ 截止、 $VD2$ 导通, 电容 C_1 通过 R_2 、 $RP2$ 放电, 放电速度由 $RP2$ 调整。 C_1 上的电压减至电源电压的 1/3 时, IC555 的②和⑥脚又变为低电平, 整个电路又将重复上述的工作过程。

(2) 元器件参数选择 集成电路 IC555 可选用 NE555、MA555、LM555、5C1555 等时基电路；继电器 K1 可选用额定工作电压在 9~12V 之间的中小功率继电器，其触点功率的大小应根据被控电器的功率大小选定；稳压二极管 VD6 可选稳压值在 12V 左右的，如 2DW21 等；电容器 C_5 应选用耐压在 400V 以上的无极性电容器。其他元件无特殊要求。

(3) 重复式定时电路如图 3-8 所示。

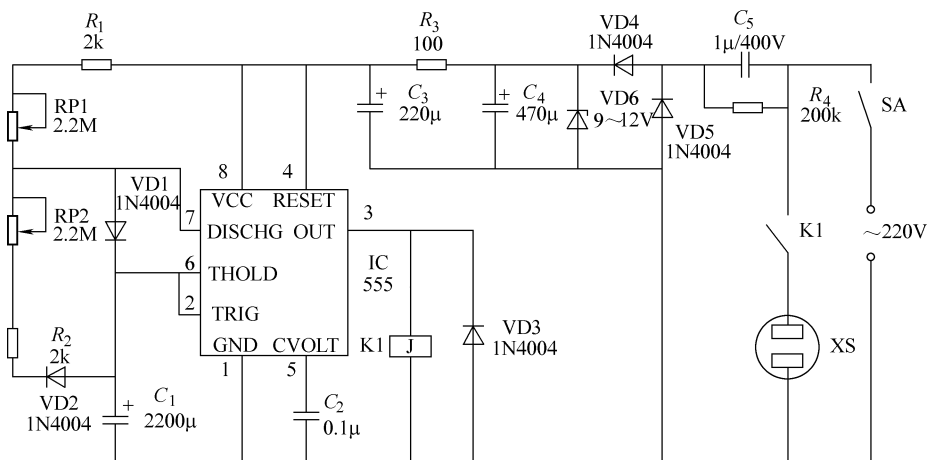


图 3-8 重复式定时电路

9. 556 组成的 4h 定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-9 所示的是由 556 双时基电路组成的 4h 定时电路。在 556 双时基电路中接入 N8281 分频器网络，不必用大体积电容器，即可得到相当长的时间延时。556 第一个时基电路以振荡器的方式工作，其周期为 $1/f$ 。振荡器的输出加到 N 分频器网络上，产生具有 N/f 周期的信号输出，用来触发另一半时基电路。把分频器连接到第二个时基电路的输入端⑧脚，决定了由分频器产生的延时总量。延时时间有 30min、1h、2h、4h 等 4 挡。如果另外再串联 N8281 分频器，则可得总延迟量增加到长达几天甚至几周。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-9 所示，无特殊要求。

(3) 556 组成的 4h 定时电路如图 3-9 所示。

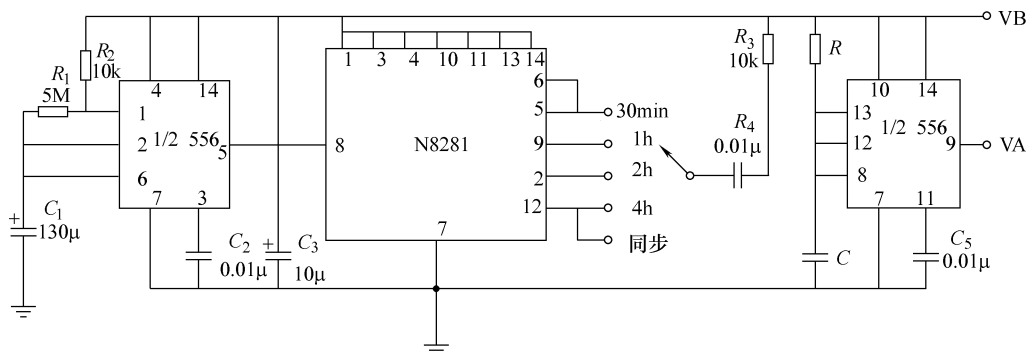


图 3-9 556 组成的 4h 定时电路

10. 555 触摸定时开关电路

(1) 电路原理简介 集成电路 IC1 是一片 555 定时电路，在这里接成单稳态电路。平时由于触摸片 P 端无感应电压，电容 C_1 通过 555⑦脚放电完毕，③脚输出为低电平，继电器 K 释放，电灯不亮。当需要开

灯时,用手触碰一下金属片 P,人体感应的杂波信号电压由 C_2 加至 555 的触发端,使 555 的输出由低电平变成高电平,继电器 K 吸合,电灯点亮。同时,555 第⑦脚内部截止,电源便通过 R_1 给 C_1 充电,这就是定时的开始。

当电容 C_1 上电压上升至电源电压的 $2/3$ 时,555 第⑦脚导通使 C_1 放电,使第③脚输出由高电平变回到低电平,继电器释放,电灯熄灭,定时结束。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-10 所示,无特殊要求。

(3) 555 触摸定时开关电路如图 3-10 所示。

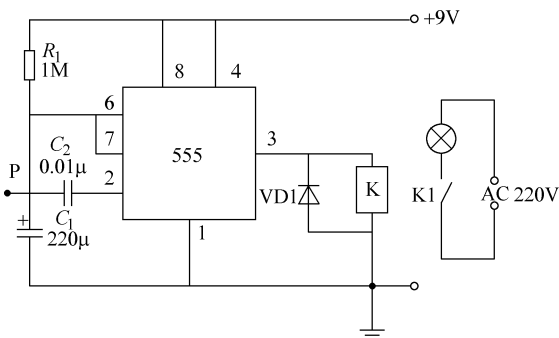


图 3-10 555 触摸定时开关电路

11. 采用 $\pm 15V$ 电源的 NE555 定时电路

(1) 电路原理简介 电路中,为了得到双向输出能力并在双电源下工作,可对 NE555 的电源端加上浮置的差动工作电压。电阻 $R_3 \sim R_6$ 和晶体管 VT1、VT2 构成电压位移网络即可用来产生必要的浮动电压。电容 C_3 用于抑制定时器输出跳动时产生的高频振荡。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-11 所示,无特殊要求。

(3) 采用 $\pm 15V$ 电源的 NE555 定时电路如图 3-11 所示。

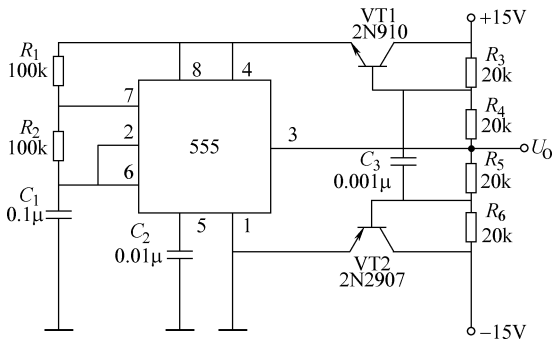


图 3-11 采用 $\pm 15V$ 电源的 NE555 定时电路

12. 由 555 构成的保护视力定时器电路

(1) 电路原理简介 如图 3-12 所示为保护视力定时电路。该电路采用 555 和 R_2 、 R_3 、 R_4 和 C_3 构成占空比可变的脉冲发生器,去控制双向晶闸管 VS,使台灯 EL 定时点亮和暂时熄灭,以保证看书时眼睛定时休息,从而保护视力。书写台灯每亮 50min,熄灭 10min,重复进行亮灭。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-12 所示,无特殊要求。

(3) 555 构成的保护视力定时器电路如图 3-12 所示。

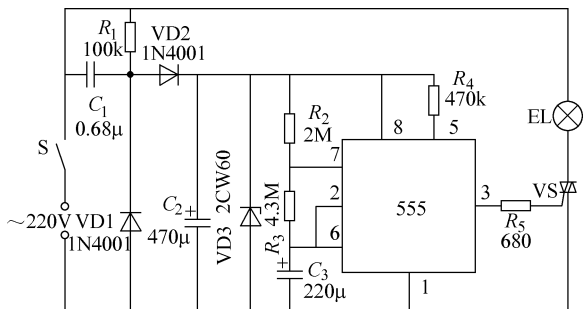


图 3-12 555 构成的保护视力定时器电路

13. 通用多功能报警和定时器 (555) 电路

(1) 电路原理简介 如图 3-13 所示为通用多功能报警和定时电路。该电路的定时范围为 5min 到 3h。定时元件 C_2 、VD1 和 VT1 组成 555 电路的倍增电容。从 CK1 插座定时输出 6~9V 的直流电压,可供收音机等定时工作。置 K1 到定时档,按下 AN,555 的③脚输出高电平 (6~9V),同时 VT2 断开。当定时时间到时,555 的③脚变为低电平,CK1 无电压输出,VT2 导通,F1 和 F2 的报警电路产生 20s 报警声和 F3 到 F5 产生的光报警。A、B 端可外接各种传感器组成附加的声光报警电路。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-13 所示,无特殊要求。

(3) 通用多功能报警和定时器 (555) 电路如图 3-13 所示。

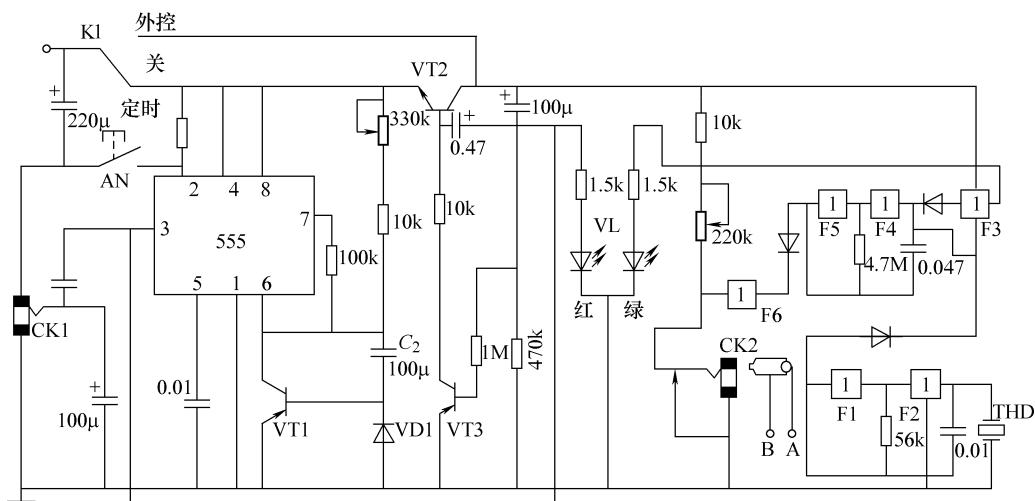


图 3-13 通用多功能报警和定时器 (555) 电路

14. 4h 的交流电源定时器 (555、BH4024) 电路

(1) 电路原理简介 如图 3-14 所示为 4h 的交流电源定时电路。在该电路中，BH4024 为 7 级二进制串行计数器/分频器，555 为时基电路。AN 为定时触动按钮。每按下 AN 一次，输出交流电 220V 供电 4h，然后即断电。该电路可用于单位上下午的工作时间按 4h 方式供电。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-14 所示，无特殊要求。

(3) 4h 的交流电源定时器 (555、BH4024) 电路如图 3-14 所示。

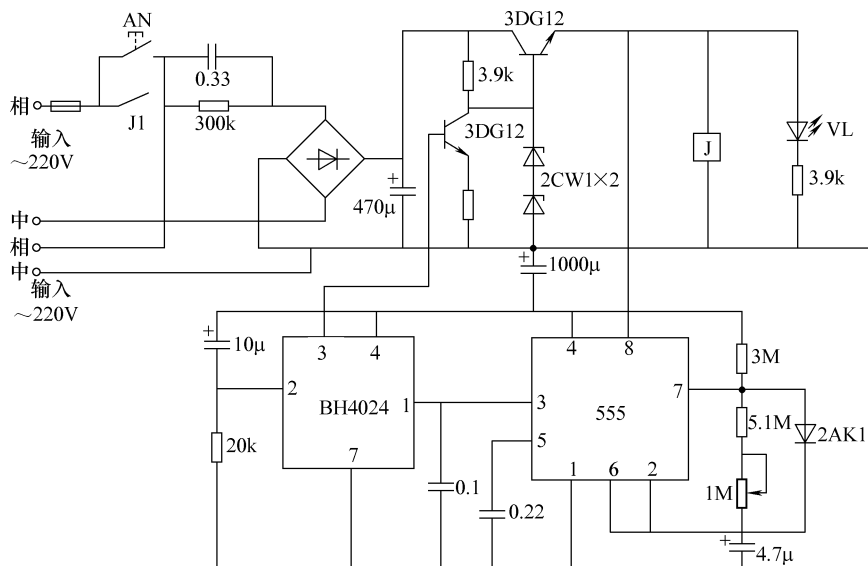


图 3-14 4h 的交流电源定时器 (555、BH4024) 电路

15. 利用场效应晶体管驱动的定时闪光电路

(1) 电路原理简介 电路只需很少的元件就可构成一个循环光的定时控制电路，电路有 MOS 时基电路 7555、CMOS 十进制计数器 (脉冲分配器) 4017 以及末级 VMOS 功率场效应晶体管组成。

图 3-16 TC4013 等构成的定时电路

19. 采用 CD4060B 构成的高可靠通用定时器电路

(1) 电路原理简介 如图 3-19 所示为采用 CD4060B 构成的高可靠通用定时电路。该电路定时时间为 1s~1h, 由开关 S2 进行三档控制, 即 S2 置 1 时, 定时时间为 1~20s; S2 置 2 时, 定时时间为 15~320s; S2 置 3 时, 定时时间为 4~85min。电路可用 RP 校准定时时间。定时方式为计数式。CD4060B 为二进制的 14 级计数器, S1 从 1 转到 2 时, 电路自动清零, 定时时间开始, J 不动作, 常闭触点 J1 接通, 插座 CZ 上有电压对外供电。定时时间到后, CD4060B 输出高电平, 晶体管 VT 导通, J 通电动作, J1 触点断开, 切断 CZ 供电电源, 定时时间结束。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-19 所示, 无特殊要求。

(3) 采用 CD4060B 构成的高可靠通用定时器电路如图 3-19 所示。

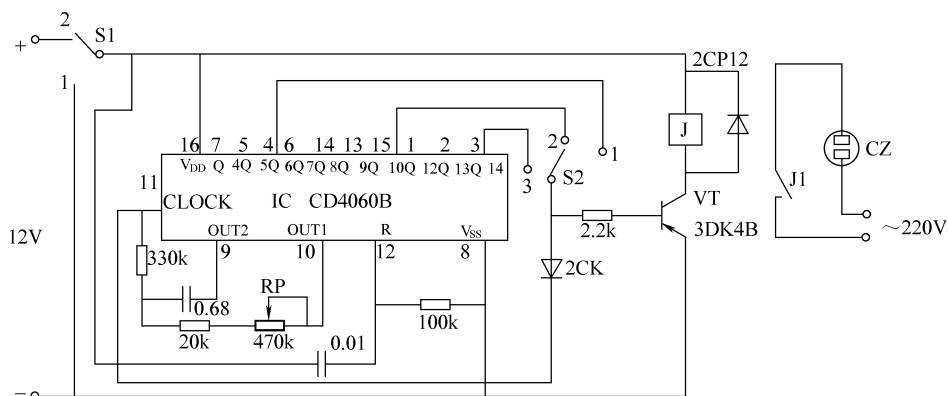


图 3-19 采用 CD4060B 构成的高可靠通用定时器电路

20. 由光敏二极管等构成的触发定时电路

(1) 电路原理简介 电路中, A1 为比较器, A2 为单触发定时器。当光被遮断时, 光敏二极管 VD 的电流发生变化, A1 输出触发 A2, A2 输出变为低电平, 并在 60s (由 R_3 和 C_1 决定) 内一直保持低电平。改变 R_1 与 R_2 的阻值可改变 VD 对光的灵敏度, 但其比值要保持不变, 以便为 VD 提供一定的反偏置电压。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-20 所示, 无特殊要求。

(3) 由光敏二极管等构成的触发定时电路如图 3-20 所示。

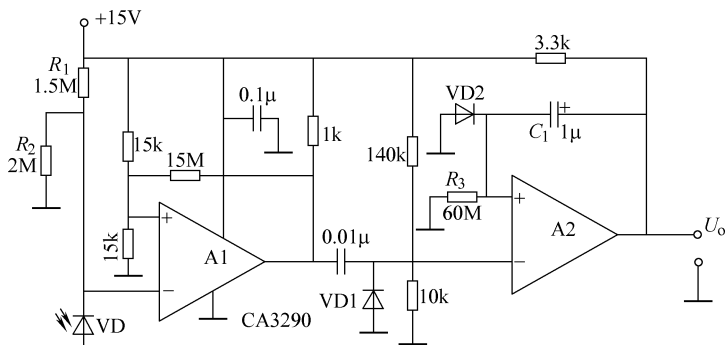


图 3-20 由光敏二极管等构成的触发定时电路

21. 长时间定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-21 所示是长时间定时电路。电路中, A1 采用 FET 输入型运放 TL082, 其同相输入端的电压是饱和电压 (约 12V) 的一半, 而反相输入端由于 VD1 的导通其电压固定约为 +0.6V。若触发端输入 6V 以上的负脉冲, 则 A1 输出呈现负饱和, 这时同相输入端电压约为 -6V, 电容 C_1 通过电阻 R_1 反向充电, 若充电电压超过 -6V, A1 输出达到正饱和, 一个定时周期结束。充电时间 $T = R_1 C_1 \ln (R_2 + R_3) / R_3$, 当 $R_2 = R_3$ 时, $T = 0.7 R_1 C_1$ 。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-21 所示, 无特殊要求。

(3) 长时间定时电路如图 3-21 所示。

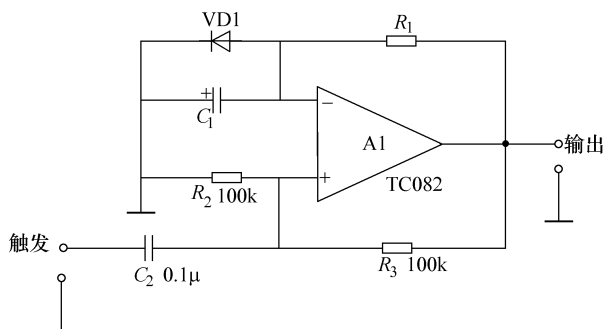


图 3-21 长时间定时电路

22. 由 LM106 等构成的长时间定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-22 所示是由 LM106 等构成的长时间定时电路。该电路是 VT1 (FET 管) 密勒积分电路，若这种电路的增益为 A ，则定时时间常数可增大到 A 倍。VT1 的增益约为 60，换算到 VT1 栅极的等效电容就增大了 60 倍，即 $60C_1 = 60\mu\text{F}$ ，而栅极电阻 R_1 最大值为 $10\text{M}\Omega$ ，因此，定时时间可以到 600s。S1 为复位开关，接 1 时进行复位，这时 VT2 导通， C_1 通过 VT2 放电而复位，为下次定时做准备。LM106 为比较器电路，其输出接相应的电路，可进行定时控制。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-22 所示，无特殊要求。

(3) 由 LM106 等构成的长时间定时电路如图 3-22 所示。

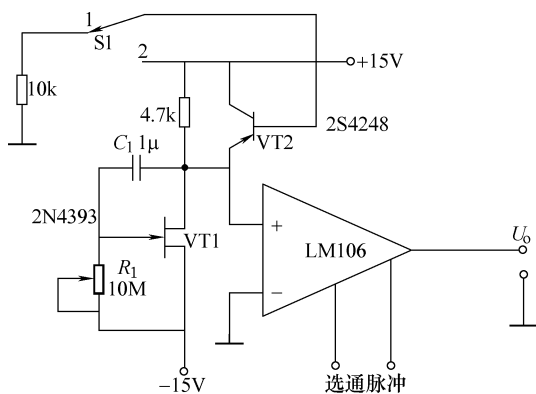


图 3-22 由 LM106 等构成的长时间定时电路

23. 使用 LM122 的 1h 定时器电路

(1) 电路原理简介 如图 3-23 所示为使用 LM122 的 1h 定时电路。该电路的启动、复位和中途停止等的转换均用开关操作。图中，S1 为启动定时，当定时器工作启动后，再按此开关不会产生任何影响。S2 是位于中心位置的“关断”开关，通过开关的转换可使定时器完成：充电—开路—放电。由于中途停止充电，即使没有到定时器的设定时间，充电位置也会回到定时器输出线路的工作状态。当 C 放电， R/C 端电压为零时，放电位置等待 S1 的启动信号。即使位置复原。定时器输出线路的工作状态也不会变化，因而，在定时器工作当中复位时，输出线路的状态依然如故，在这一瞬间， C 再次开始充电，变到定时器工作时间的起点。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-23 所示，无特殊要求。

(3) 使用 LM122 的 1h 定时器电路如图 3-23 所示。

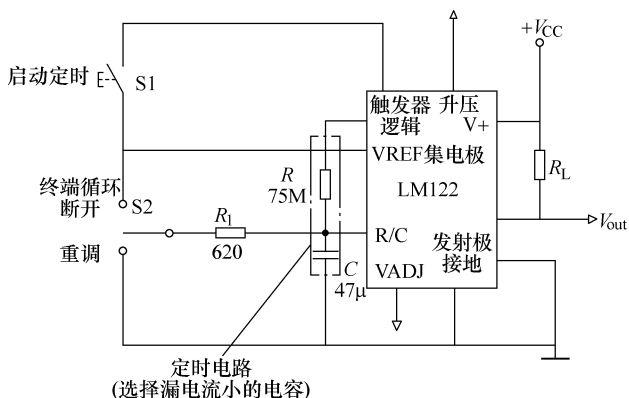


图 3-23 使用 LM122 的 1h 定时器电路

24. 低功耗的 60min 定时电路

(1) 电路原理简介 在如图 3-24 所示的电路中, TC9160 是定时器集成电路, 片内有振荡电路和 20 位二进制计数器, 最长定时时间为 60min, 振荡频率为 1kHz。定时电阻 R_T 为 200k Ω 以上, 根据 $C_2 \leq 1/(2.2f_c R_T)$, 若 C_2 选用 1800pF, 则 $R_T = 216.76k\Omega$, 电路中 与 R_2 串接 RP1 进行调整。输出为漏极开路式, OUT1~4 以 60min 的 1/4 (15min) 分档, 定时时间到就停振, 这时消耗电流仅为 1 μ A。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-24 所示, 无特殊要求。

(3) 低功耗的 60min 定时电路如图 3-24 所示。

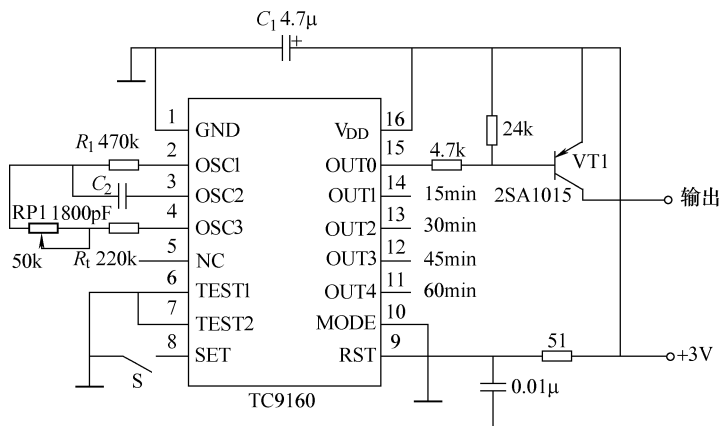


图 3-24 低功耗的 60min 定时电路

25. 采用 HD14538 构成的定时电路

(1) 电路原理简介 在启动前 Q (⑥脚) 输出为低电平, T2 (②脚) 端外接电容上电压为 U_{DD} 。当 A (④脚) 为 0, CD (③脚) 为 1 时, 若 B (⑤脚) 从 1→0 负沿触发, 则输出锁存置位, Q 输出高电平。同时, T2 外接电容放电到参考电压 U_{ref1} , 再通过外接电阻充电, 当充电到等于参考电压 U_{ref2} 时, 输出锁存复位, Q 输出低电平, 电路恢复到初始状态。

触发工作时, 若在 Q 输出为低电平之前加触发, 则为预触发, 从最后触发到定时工作 Q 输出为低电平。若 CD 输入 0, 则 T2 的外接电容充电, 充电到 U_{ref2} , 输出锁存复位, 电路恢复初始状态。CD 为 0 状态时, 若再输入脉冲, 电路不动作, 输出为低电平。

Q (⑥脚) 输出高电平, VT1 导通, 使继电器 K 动作, 其触点控制相关电路工作。电路中, R_1 、 C_1 和 C_2 构成滤波电路, 防止噪声干扰使电路误动作。不用输入脚接地, 即⑪、⑫和⑬脚接地。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-25 所示, 无特殊要求。

(3) 采用 HD14538 构成的定时电路如图 3-25 所示。

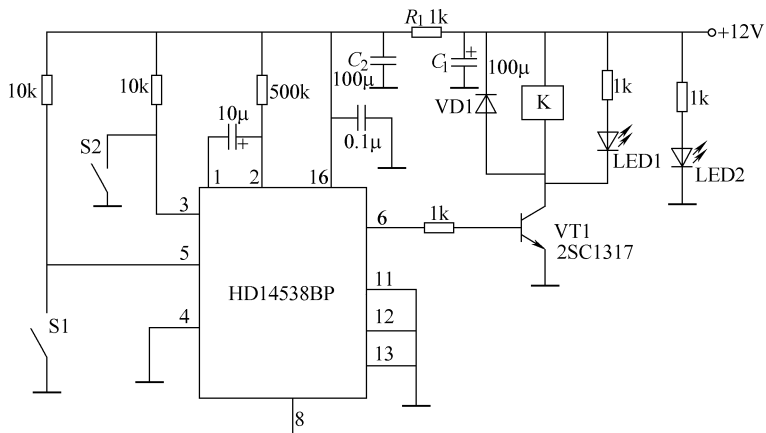


图 3-25 采用 HD14538 构成的定时电路

26. 数字抢答器定时电路

(1) 电路原理简介 由节目主持人根据抢答题的难易程度, 设定一次抢答的时间, 通过预置时间电路对计数器进行预置, 计数器的时钟脉冲由秒脉冲电路提供。可预置时间的电路选用 74LS192 十进制同步加减计数器进行设计。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-26 所示, 无特殊要求。

(3) 数字抢答器定时电路如图 3-26 所示。

继电器 K 不动作，曝光灯 EL 不亮。发光二极管 LED2 为工作指示灯，可照亮电位器 RP 的刻度盘。此时 NE555 内部放电管导通，电容 C_1 被短路，无法充电。K 可采用 JZC-22F、DC12V 小型中功率电磁继电器。

(2) 元器件参数选择
元器件的选用如图 3-32 所示，无特殊要求。

(3) 暗房曝光定时灯电路如图 3-32 所示。

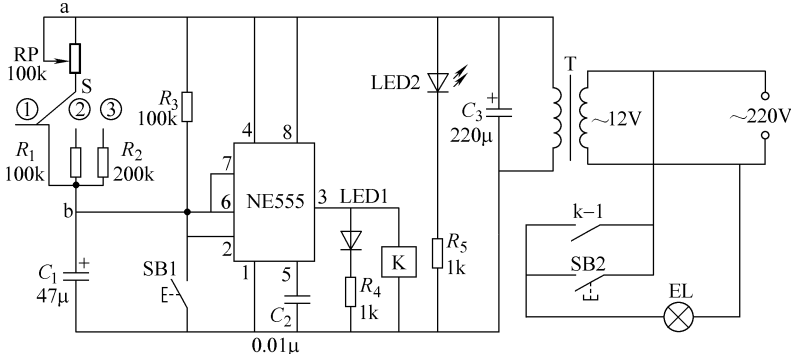


图 3-32 暗房曝光定时灯电路

33. 鱼缸间歇充氧定时器电路

(1) 电路原理简介 电路如图 3-33 所示。CMOS 集成电路 CD4060 为 14 位二进制串行计数器，它自带振荡器，有 14 级计数级，但只有 Q4~Q10、Q12~Q14 共 10 个引出端，本制件仅选用了 Q12~Q14 三个引出端。

接通电源，9V 电源经 C_2 加至计数器清零端⑫脚，此时计数器清零并开始计数，设时钟频率为 1Hz。计数器开关 K1、K2、K3、K4 状态见表 3-1 中 A 项，当 K2 闭合，当 Q13 为高电平时，可控硅 VT1 触发导通，继电器吸合；当 K4 闭合，Q12 为高电平时，BG1 截止，继电器松开；当下一个计数脉冲到达 Q12 时，Q12、Q13 又回到初始状态“0”。此过程循环使继电器开与吸合的时间之比为 3 : 1。其他状态的定时时间见表 3-1。这样加上插座的切换就能得到多种不同的定时间歇比，配合 RP 的调节，对鱼缸充氧的各种要求都能满足。

表 3-1 继电器状态的定时时间比对照表

	K1	K2	K3	K4	定 时 比	备 注
A	0	1	0	1	3 : 1 (合)	1-闭合，0-断开
B	1	1	0	1	7 : 1 (合)	
C	1	0	1	1	5 : 3 (合)	
D	1	0	1	0	6 : 2 (合)	
E	1	0	0	1	5 : 1 (合) : 1 (开) : 1 (合)	

(2) 元器件参数选择 继电器选用 9V 小型继电器 JRC-22F9V 等，变压器选用小型、次级输出 9V 的电源变压器。其他元器件的选用如图 3-33 所示，无特殊要求。

(3) 鱼缸间歇充氧定时器电路如图 3-33 所示。

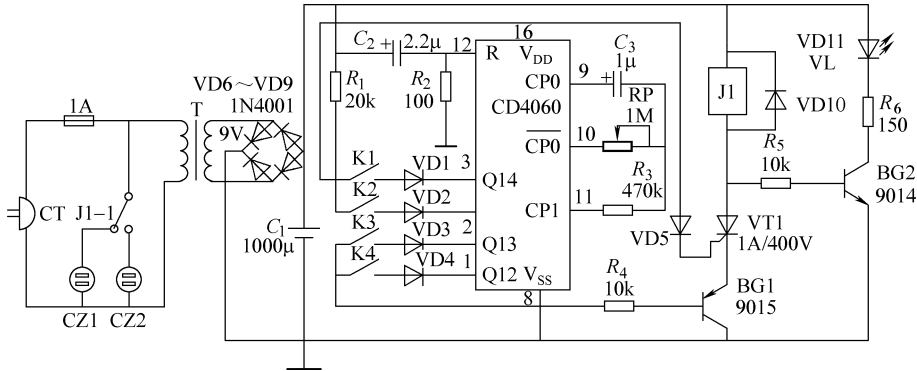


图 3-33 鱼缸间歇充氧定时器电路

34. 由石英电子钟集成电路组成的定时电路

(1) 电路原理简介 石英电子钟集成电路提供的脉冲信号准确性很高, 因而它除了在石英电子钟中广泛使用外, 还非常适用于时间基准电路及定时电路。如图 3-34 所示就是用石英电子钟集成电路组成的秒脉冲信号发生电路原理图。集成电路的工作电压由两个整流二极管 (2CP) 的正向压降提供, 电源可在 $1.5 \sim 15\text{V}$ 之间选取。另外两个检波二极管 (2CP) 与晶体管 (3CG) 组成与非门逻辑电路。在电路工作时, 输出端 (晶体管集电极) 可获得稳定准确的秒信号。电路的外围接了一个 32.768kHz 的石英晶体和一个作频率微调用的 $5 \sim 30\text{pF}$ 可变电容器。石英电子钟集成电路可选用低频时钟电路, 如 LH5544 或 LH5093 等型号。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-34 所示, 无特殊要求。

(3) 石英电子钟集成电路组成的定时电路如图 3-34 所示。

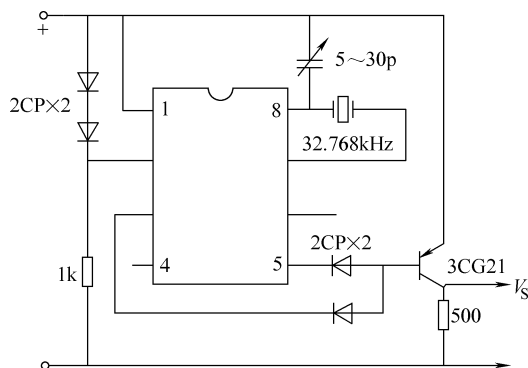


图 3-34 石英电子钟集成电路组成的定时电路

35. 双表控制的晶闸管定时器电路

(1) 电路原理简介 本定时器由两只具有闹铃输出的电子表通过晶闸管控制, 能任意开/关, 且关机后从电源变压器一次 (侧) 断电, 无空耗、安全、节电、可靠性高。使用时按下 SB1, 电源经 T、VD1、C₁ 降压、整流滤波后得到 6V 直流电。此时电源经过常闭触点 K-3 使 K1 工作, K1 的常开触点 K1-1 闭合, 电路自锁。此时放开 SB1 后电路由于自锁而处于工作状态。当定时开机音频信号从 A、B 两端输入, 经 VD3、C₃ 整流滤波后触发晶闸管 VTH1, 使得 K2 得电工作, K2 的常开触点 K-2 闭合, 插座 W 得电, 受控电器被接通。同理, 当另一支电子闹表的定时关机音频信号从 C、D 进入后, 经 VD5、C₄ 整流滤波后触发 VTH2, K3 得电工作, K3 的常闭触点 K-3 释放断开, K1 失电, 从而使得 K1 的常开触点 K1-1 也释放断开, 整个电路停止工作。R₁ 为限流电阻, C₂ 为 K1 的启动电容, VD2、VD4、VD6 为保护二极管。

(2) 元器件参数选择 T 用小型 12V 变压器, 输出电流要大于 K1、K2、K3 工作电流的总和。K1、K2、K3 可用 6V 小型单刀继电器。K2 的触点电流可根据受控电器的功率而定。晶闸管用几十毫安的即可。元器件的选用如图 3-35 所示, 无特殊要求。

(3) 双表控制的晶闸管定时器电路如图 3-35 所示。

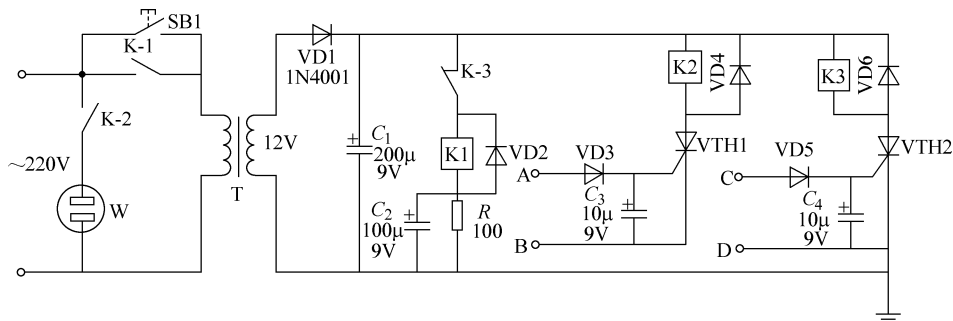


图 3-35 双表控制的晶闸管定时器电路

36. 由 PUT 等构成的定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-36 所示是由 PUT 等构成的定时电路。它是由 PUT 等构成的 $0.5\text{s} \sim 1\text{min}$ 时间可变的定时电路。PUT 的阳-阴极由固定电阻 R_2 和 R_3 分压对其提供偏置, 定时时间由接在门极的电容 C_1 和电阻 $(R_{RP1} + R_1)$ 决定。继电器 K 的驱动晶体管 VT1 的基极电流由 R_2 、 R_4 和 R_5 决定, 由于 PUT

导通, 因此与定时设定电阻无关。电容 C_1 上电荷通过 VT2 和 R_6 放电, 二极管 VD1 用于补偿 PUT 的温度特性。到达电路的设定时间后, PUT 导通工作, VT1 也导通, 同时, C_1 上电荷瞬时放电而进入复位状态, 电源再次接通后, 定时工作功能不变, 到达定时时间后, PUT 导通, 继电器 K 再次动作。若 C_1 为 $100\mu\text{F}$, R_{RP1} 为 $3\text{M}\Omega$, 则最小定时时间由 R_1 决定。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-36 所示, 无特殊要求。

(3) 由 PUT 等构成的定时电路如图 3-36 所示。

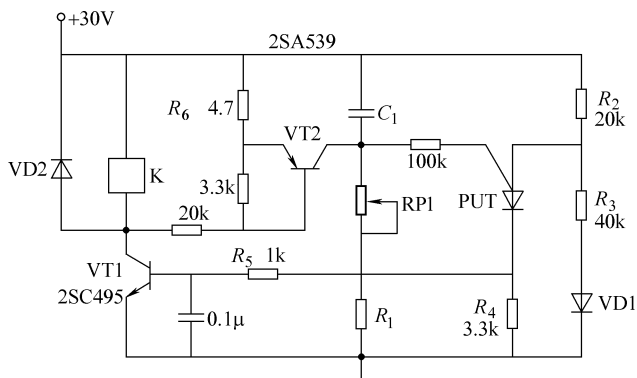


图 3-36 由 PUT 等构成的定时电路

37. 由 PUT 等构成的 30s 定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-37 所示是由 PUT 等构成的 30s 定时电路, 该电路输入置位脉冲, 经一定时间 (30s) 后, 输出规定脉宽的脉冲。输出脉冲的幅度可以接近电源电压, 采用低电源电压电路也能工作。若在 PUT1 的阴-阳极间加入置位脉冲, 则 PUT1 导通, +5V 电源经此对电容 C_1 充电, C_1 上电压即 PUT2 阳极电压, 逐渐升高。当阳极电压高于门极的偏置电压时, PUT2 导通, C_1 的放电电流经此驱动晶体管 VT1 使其饱和导通, 输出 U_O 接近 0V。这时 C_1 上电压对 PUT1 加反偏置, PUT1 截止使电路复位。输出脉宽基本上由 C_2 和 R_1 决定, 按图中元器件参数, 脉宽约为 $10\mu\text{s}$ 。输出脉冲的延迟时间由 R_2 、 R_3 、 R_4 和 C_1 设定。 R_2 和 R_5 阻值的设定要确保 PUT1 的阳极电流大于谷点电流, 以便维持其导通状态。为了减小 PUT2 的峰点电流, 要增大门极电阻, 可在其门极接入电阻 R_3 。

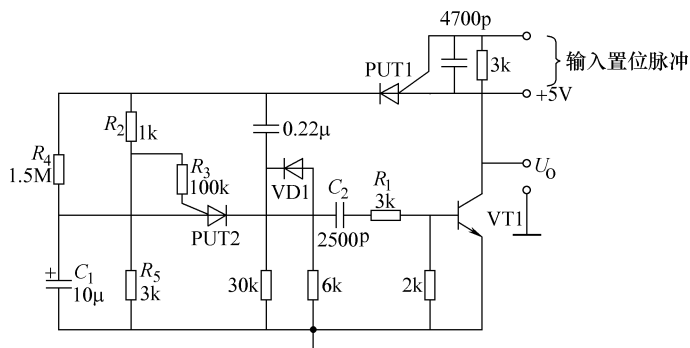


图 3-37 由 PUT 等构成的 30s 定时电路

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-37 所示, 无特殊要求。

(3) 由 PUT 等构成的 30s 定时电路如图 3-37 所示。

38. 由 PUT 等构成的重复定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-38 所示是由 PUT 等构成的重复定时电路, 它是由 1 个 PUT、2 个晶体管和 1 个二极管构成的重复定时电路, 不受电源电压变动和温度变化的影响, 具有长期稳定性。PUT 导通时晶体管 VT2 对其阳极电流进行分流, 截断 VT1 的基极电流使其截止, PUT 复位。VD1 负温度系数对 PUT 的失调电压进行温度补偿。RP1 阻值较大, 为 $3\text{M}\Omega$, 因此, 要选用温度影响小的金属膜电阻, 而 C_1 选用漏电流小的钽电容。 R_1 阻值要低于 $3.3\text{k}\Omega$, 若阻值过大, PUT 的漏电流会使 VT2 的工作不稳定, 电路中选用 $1\text{k}\Omega$ 电阻。 R_2 和 R_3 抑制 C_1 的放电电流, 从而保护晶体管和 PUT。

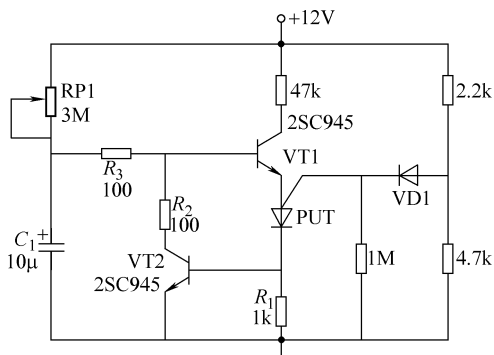


图 3-38 由 PUT 等构成的重复定时电路

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-38 所示, 无特殊要求。

(3) 由 PUT 等构成的重复定时电路如图 3-38 所示。

39. 由 PUT 等构成的放电式单触发定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-39 所示是由 PUT 等构成的放电式单触发定时电路。无输入信号时, PUT1 截止, 晶体管 VT1 也截止。这时, C_1 充电到电源电压 U_{CC} 。若加上输入信号, 则 PUT1 导通, VT1 也导通, 负载 R_L 中有电流流通。这时, a 点电位是电源电压 U_{CC} 的 2 倍, C_2 和 C_3 各充电到电源电压 U_{CC} 。从这时开始 C_1 通过 R_2 和 RP1 放电, 则 a 点电位慢慢下降。到达设定时间后, 若 b 点电位低于 c 点电位, 则 PUT2 导通。已经此放电, 由于 d 点电位升高到接近电源电压 U_{CC} , 因此, e 点电位比电源电压高, 则 PUT1 反偏置而截止, 晶体管 VT1 也截止, 负载 R_L 中无电流流通, 电路复位。

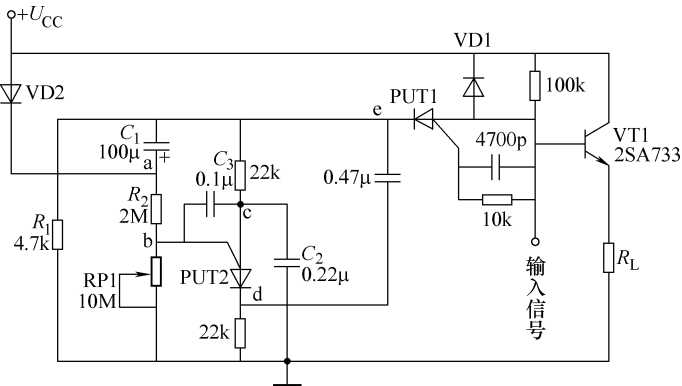


图 3-39 由 PUT 等构成的放电式单触发定时电路

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-39 所示, 无特殊要求。

(3) 由 PUT 等构成的放电式单触发定时电路如图 3-39 所示。

40. 由 2 个 PUT 等构成的改进型单触发定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-40 所示是由 2 个 PUT 等构成的改进型单触发定时电路。若加入置位信号, 电路置位, 晶体管 VT1 变为导通状态, 继电器 K 通电动作, 同时为延迟电压供给电压。由此, 电容 C_1 通过 R_1 充电, PUT1 受正向电压而导通, 这时 C_1 通过 PUT1、 R_2 和 VD2 放电。VD2 导通正向电压降使 PUT2 的阳-门极反偏置而截止, 电路复位。 R_2 用于限制 C_1 的放电电流, 并使 PUT1 的阳-门极间反偏置的时间足够长。由于电路复位用反向偏置信号不加入到 PUT2 的阳-门极间, 换流时突变电压对负载电路无任何影响。按图中元器件参数, 单触发时间约为 5s, 调节 R_1 的阻值, 可改变定时时间。

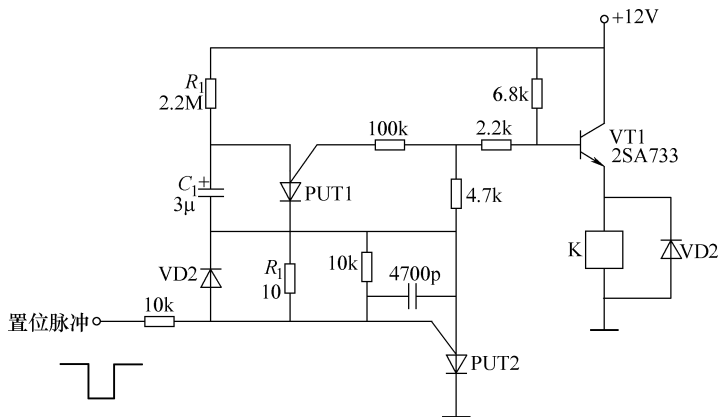


图 3-40 由 2 个 PUT 等构成的改进型单触发定时电路

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-40 所示, 无特殊要求。

(3) 由 2 个 PUT 等构成的改进型单触发定时电路如图 3-40 所示。

41. 电源接通时复位定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-41 所示电路, NE555 的④脚功能是接高电平时电路工作, 接低电平时电路复位。该电路在④脚接入 R_3 和 C_2 , 具有时间常数功能, 因此, 电源接通后, ④脚不会立即上升到 $+U_{CC}$, 需要经 R_3 和 C_2 时间常数的延迟后上升到 $+U_{CC}$ 。这期间, 即使②脚输入触发脉冲, ③脚输出仍保持低电平。 R_2 和 R_4 为 NE555 的限流电阻, 用于防止 C_2 出现过大电流, TTL 电平触发脉冲经 R_2 直接触发 NE555 的②脚。VD1 用于在电源断开时使 C_2 迅速放电, 输出脉宽 $T = R_5 C_4$ 。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-41 所示, 无特殊要求。

(3) 电源接通时复位定时电路如图 3-41 所示。

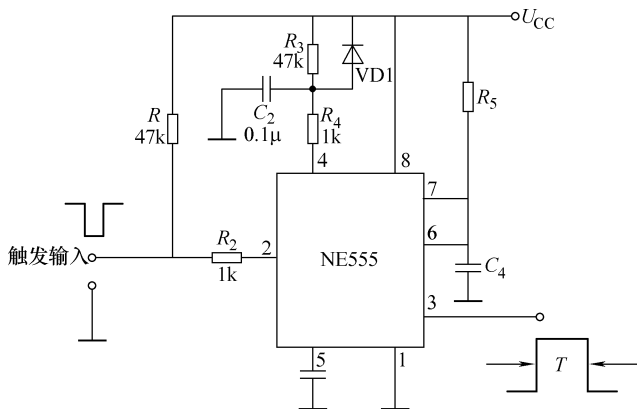


图 3-41 电源接通时复位定时电路

42. 电源接通时置位定时电路

(1) 电路原理简介 如图 3-42 所示为电源接通时置位定时电路, 电源接通时, 在由 R_2 和 C_2 决定的时间内, NE555 的②脚触发电平低于 $(1/3)U_{CC}$, ③脚输出脉冲。然后, $+U_{CC}$ 经 R_2 、VD1 对 C_2 充电, 充电电压上升到接近 $+U_{CC}$, 由于 VD1 的隔离作用, 因此, 不影响正常工作时使用的经 R_1 和 C_1 微分的负向触发脉冲。VD1 是电源断开时用于使 C_2 迅速放电的二极管, 即使在电源短时间反复通断的情况下, 也能保证电路可靠工作。NE555 输出脉冲 T 的高电平由 R_3 和 C_3 决定, 即 $T = R_3 C_3$ 。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-42 所示, 无特殊要求。

(3) 电源接通时置位定时电路如图 3-42 所示。

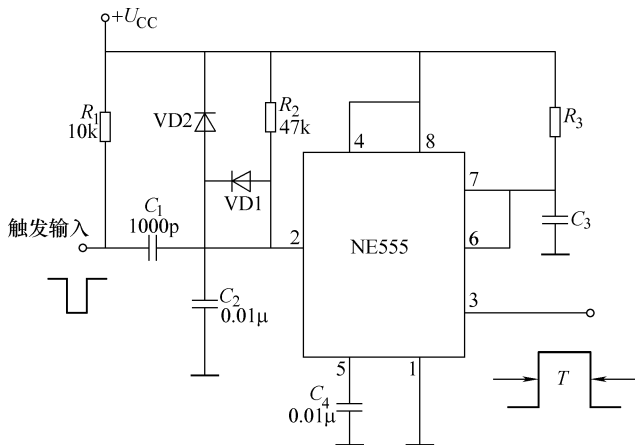


图 3-42 电源接通时置位定时电路

43. 定时关交流电源电路

(1) 电路原理简介 按下微动开关按钮 SB, 220V 的交流电源经变压器降压、二极管桥式整流后, 获得 9V 的直流电压。通过 LM7805 稳压集成块稳压, 向由 CD4060 集成电路构成的定时时钟发生器提供工作电压。同时, 稳压后的 5V 电压再经过三只串联的二极管降压, 输出约 3V 电压, 可作便携式收音机、随身听等的直流稳压电源; 用两档位的选择开关 SW, 进行直流稳压电源输出极性的转换。发光二极管 LED 为电源工作指示灯。

通电初始, 定时时钟发生器首先经 IC 的⑫脚的电容清零复位, 各输出级均为低电位。由于输出端 Q14 输出低电平, 晶体管 VT1 截止, VT2 导通, 继电器 J 得电, 触点吸合。AC OUT 为交流输出插座, 可用作床头照明灯、微型吊扇及其他需要定时却无定时控制的交流电器。

CD4060 集成电路为带有内时钟脉冲振荡器的 14 级二进制计数/分配器。⑨、⑩脚外接的电阻及电容决定其时钟的振荡频率, 调节电位器 RT 即可改变定时时间; 图中所标数值, 定时时间大约在 20s~4.5h 之间。当定时时钟发生器逐级计数分配至 Q14 端输出高电平时, 晶体管 VT1 由原来的截止转为导通, VT2

由导通变成截止；继电器 J 失电而触点释放，切断了交流输入电源，整机即刻停止工作。

本电路只要元器件正确、焊装无误，无需调试即可成功。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-43 所示，无特殊要求。

(3) 定时关交流电源电路如图 3-43 所示。

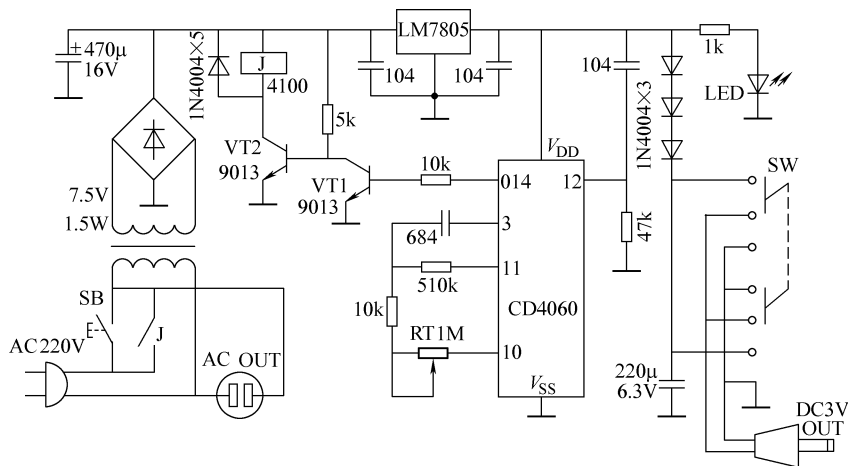


图 3-43 定时关交流电源电路

44. 低功耗定时开关电路

(1) 电路原理简介 本定时电路由于加装了由 F1、F2 和 VT1 组成的电子开关，可使 555 的静态电流降低至 $1\sim 2\mu\text{A}$ 。当电源刚接通时，由于 C_2 上电压不能跃变，使 F2 门电路呈高电平，F1 输出锁定在低电平，VT1 截止，使整个电路的静态电流很小。当按下定时开关 AN 时，F1 的输入端有一负极性脉冲出现，F1 输出呈高电平，VT 导通，555 才有供电电压。同时，因有负极脉冲加至 555 的②脚，使 555 置位，K 吸合，定时开始。定时时间 $T_d = 1.1R_4C_3$ 。定时长短可通过调节 R_4C_3 的时间常数来改变。

(2) 元器件参数选择 元器件的选用如图 3-44 所示，无特殊要求。

(3) 低功耗定时开关电路如图 3-44 所示。

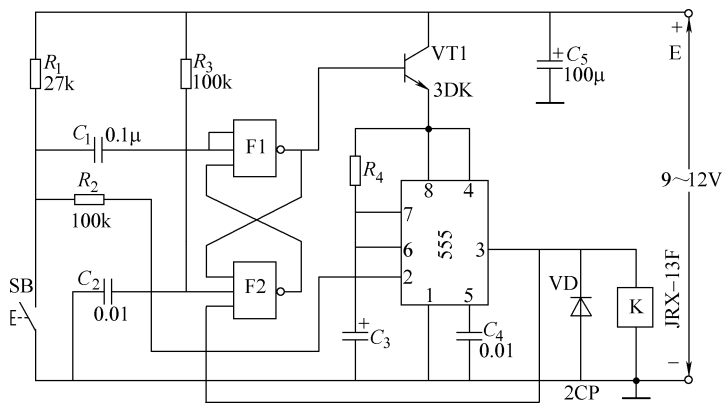


图 3-44 低功耗定时开关电路

45. 定时控制器电路（一）

(1) 电路原理简介 本 LED 数显式定时控制器能满足用户对电器每天 3 次开关的定时要求，可用于豆芽生长定时喷淋、育苗床定时喷雾及各种定时通风、定时喷灌等设施的自动定时控制。

该定时控制器电路由输入控制电路、显示驱动电路、复位电路、时钟振荡器、电源电路和控制执行电路组成，如图 3-45 所示。

电源电路由二极管 VD1、VD2、滤波电容 C_1 、 C_2 、 C_6 、 C_7 、限流电阻 R_1 和备用电池 CB 组成。

输入控制电路由功能控制按钮 S1、移位/手动控制按钮 S2、升位/开启按钮 S3、降位/关闭按钮 S4、电阻 $R_2\sim R_5$ 和定时器集成电路 IC（内含输入指令检测、时钟振荡分频、计数器、显示驱动、控制器等电路）内电路组成。

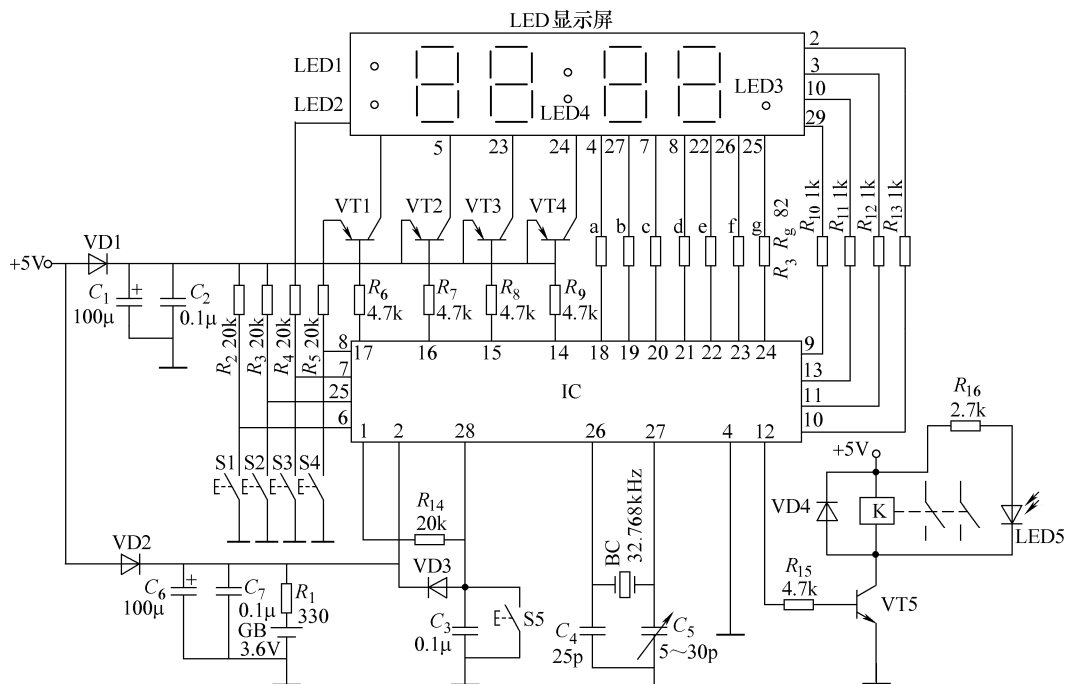


图 3-45 定时控制器电路（一）

复位电路由复位按钮 S5、二极管 VD3、电阻 R_{14} 和电容 C_3 组成。

显示驱动电路由 4 位 LED 显示器（包括 LED1~LED4）、驱动晶体管 V1~V4、定时器集成电路 IC 和电阻 $R_6 \sim R_{13}$ 、 $R_8 \sim R_g$ 等组成。

控制执行电路由晶体管 VT5、继电器 K、二极管 VD4、发光二极管 LED5 和电阻器 R_{15} 、 R_{16} 组成。

时钟振荡器电路由石英晶体振荡器 BC 和电容 C_4 、 C_5 组成。

接通电源后，+5V 电压一路经 VD1 为 LED 显示器和 VT1~VT4 的发射极提供工作电压；一路经 VD2 为 IC 供电，同时经 R_1 对 GB 充电；另一路供给控制执行电路。

S1 用来转换定时控制器对时间设置状态、走时设置状态和定时设置状态。在设置时间状态时，S2 用来转换调节时位或分位，S3 用来增加时间数，S4 用来减少时间数；在设置定时时间状态时，S2 除用于转换调节时位或分位外，还可转换至设定某个定时时间是否工作；在设置走时状态时，S2 用于进入或退出手动状态，S3 用来开启设备对电源，S4 用来关闭设备的电源。

该定时控制器可设置为三开三关的工作状态，也可设置为两开两关（每天开关两次）或一开一关的工作状态。

在设置时间时，先按 S5，使电路清零复位，LED 显示器显示为“00：00”。先按 S1，使 LED 显示器的小时位闪烁，然后用 S3 和 S4 调节小时值；再按 S2，使 LED 显示器的分钟位闪烁，用 S3 和 S4 调节分钟值。

在设置设备电源的定时开机时间时，先按 S1，使 LED 显示器上的 LED1 和 LED3 点亮、然后用设定北京时间的方法调至所需要定时开机的时间；在设置定时关机时间时，按 S1，使 LED3 熄灭（LED1 仍亮），再用设定北京时间的方法调至所需要定时关机的时间。若需要设置定时三开三关，则应再设定两个开机时间和两个关机时间。将 6 个定时时间（3 个定时开启时间和 3 个定时关机时间）设置完后按一下 S1，回到走时状态即可。

当时钟开机时间到达时，IC 的⑫脚输出高电平，使 VT5 导通，K 吸合，其常开触点将负载（用电设备）的工作电源接通，同时 LED5 点亮；当时钟关机时间到达时，IC 的⑫脚变为低电平，使 VT5 截止，K 释放，负载的工作电源被 K 的常开触点切断，LED5 熄灭。

若需要手动控制，则应在走时状态下按 S2，当 LED 显示器上的 LED2 点亮时，表明已进入手动开关设

置状态,此时按 S3 后,VT5 导通,K 吸合,负载通电工作,LED5 点亮;再按 S4,VT5 截止,K 释放,负载断电,LED5 熄灭。此后再按一下 S2,使 LED 显示器上的 LED2 熄灭,回到走时状态。

(2) 元器件参数选择

$R_1 \sim R_{16}$ 和 $R_a \sim R_b$ 选用 1/417 碳膜电阻或金属膜电阻。

C_1 和 C_6 选用耐压值为 10V 的铝电解电容; C_2 、 C_3 和 C_7 选用独石电容或涤纶电容; C_4 选用高频瓷介电容; C_5 选用瓷介微调电容。

VD1、VD2 和 VD4 均选用 1N4001 或 1N4007 型硅整流二极管;VD3 选用 1N4148 型硅开关二极管。

LED5 选用 $\Phi 5\text{mm}$ 的普通发光二极管。

LED 显示器选用 C6610A 型 4 位共阳极动态时钟显示屏。

VT1~VT4 均选用 59015 或 3CG9015 型硅 PNP 晶体管;VT5 选用 C8050 或 58050、3DG8050 型硅 NPN 晶体管。

IC 选用 LR6838 型定时器专用集成电路。

BC 选用 32.768kHz 石英晶体振荡器。

K 选用 5V 直流继电器,其触头容量应根据负载的功率而定。

其他元器件的选用如图 3-45 所示,无特殊要求。

(3) 定时控制器电路(一)如图 3-45 所示。

46. 定时控制器电路(二)

(1) 电路原理简介 本定时控制器具有时间显示、循环定时、单定时和手控功能,定时时间为 1~90min,可用来控制各种需要定时工作或间歇工作的用电设备。

该定时控制器电路由电源电路、时钟信号发生器、计数分配器、RS 触发器和开关输出电路组成。

电源电路由电源变压器 T、桥式整流器 UC、滤波电容 C_1 、 C_5 、限流电阻 R_5 和稳压二极管 VS 组成。

时钟信号发生器由电子表、二极管 VD1、电容 C_2 和计数/分配器集成电路 IC1 组成。

计数分配器电路由计数/分配器集成电路 IC2、电阻 R_1 、 R_2 、定时选择开关 S1、S2 和复位按钮 S4 组成。

RS 触发器由或非门集成电路 IC3(D1~D4)和电容 C_3 、 C_4 、电阻 R_3 、 R_4 、关闭按钮 S5、开启按钮 S6 和循环/单定时转换开关 S3 组成。

开关输出电路由电子开关集成电路 IC4、二极管 VD2、继电器 K、发光二极管 LED 和电阻 R_6 组成。

交流 220V 电压经 T 降压、UC 整流、 C_5 滤波后,产生 12V 直流电压,一路直接供给 IC4;另一路经 R_5 限流及 VS 稳压、 C_1 滤波后产生 3V 直流电压,供给 IC1~IC3。

由液晶电子表输出的 1min 时钟信号作为 IC2 的定时计数脉冲,在其输出端便得到定时 1~9min 的定时时间。若需要扩大定时范围,将 S1 拨到“ $\times 10$ ”档,此时电子表输出的 1min 时钟信号先送至 IC1 进行计数分配处理后,得到的 10min 时钟信号作为 IC2 的计数脉冲,IC2 将输出 10~90min 的定时时间。

将定时工作时间选择开关 S2 置于 5min 定时档、S1 置于“ $\times 1$ ”档后,按动复位按钮 S4,使 IC1 和 IC2 清零复位;IC1、IC2 的 YO 端输出高电平,使 RS 触发器翻转为 D1 输出低电平,D2、D3 输出高电平,IC4 内部的电子开关接通,K 通电吸合,其常开触点将负载(用电设备)的工作电源接通。同时 LED 点亮,指示负载已通电工作。

当定时时间(5min)到达时,IC2 的 Y5 端输出高电平,使 RS 触发器翻转为 D1、D4 输出高电平,D2 和 D3 输出低电平,K 释放,其常开触点将负载的工作电源切断。同时 LED 熄灭。此时若 S3 置于“单定时”位置,则定时时间到后,IC2 停止计数;若 S3 置于“循环”位置,则 IC2 继续计时,5min 后其 YO 端又输出高电平,使 RS 触发器翻转,K 重新吸合,负载通电工作,定时时间(5min)到达后,IC2 的 Y5 端输出高电平,RS 触发器又翻转……。如此循环,使负载间歇通电工作。

将 S1 置于“ $\times 10$ ”档,S2 置于 5min 定时档时,定时时间为 50min。

将 S1 置于“停止”档时,该循环定时控制器变为手动控制,可通过按钮 S5 和 S6 来直接控制 RS 触发器的状态,从而控制负载的工作或停止。

使用定时功能时,应将电子表调到秒显示状态。若将电子表调在正常走时显示状态时,则电子表输出

的时钟信号为 1h 信号, 定时时间可延长为 1~9h (若将 S1 置于 “×10” 档, 则为 10~90h)。

(2) 元器件参数选择

$R_1 \sim R_4$ 和 R_6 选用 1/4W 碳膜电阻或金属膜电阻; R_5 选用 1/2W 金属膜电阻。

C_1 选用耐压值为 10V 的铝电解电容; $C_2 \sim C_4$ 选用涤纶电容或独石电容; C_5 选用耐压值为 25V 的铝电解电容。

VD1 选用 1N4148 型硅开关二极管; VD2 选用 1N4007 型硅整流二极管。

VS 选用 1/2W、3V 硅稳压二极管。

LED 选用 $\phi 5\text{mm}$ 普通发光二极管。

UC 选用 1A、50V 的桥式整流器。

IC1 和 IC2 均选用 CD4017 或 CC4017、MC14017 型十进制计数/分配器集成电路; IC3 选用 CD4001 或 CC4001、MC14001 型四或非门集成电路; IC4 选用 TWH8778 型电子开关集成电路。

S1 选用单极三位 (单刀三掷) 拨动开关; S2 选用单极九位波段开关; S3 选用单极双位拨动开关; S4~S6 均选用微型动合按钮。

K 选用 12V 直流继电器, 其触点电流容量可根据负载时功率而定。

T 选用 3~5W、二次电压为 10~12V 的电源变压器。

其他元器件的选用如图 3-46 所示, 无特殊要求。

(3) 定时控制器电路 (二) 如图 3-46 所示。

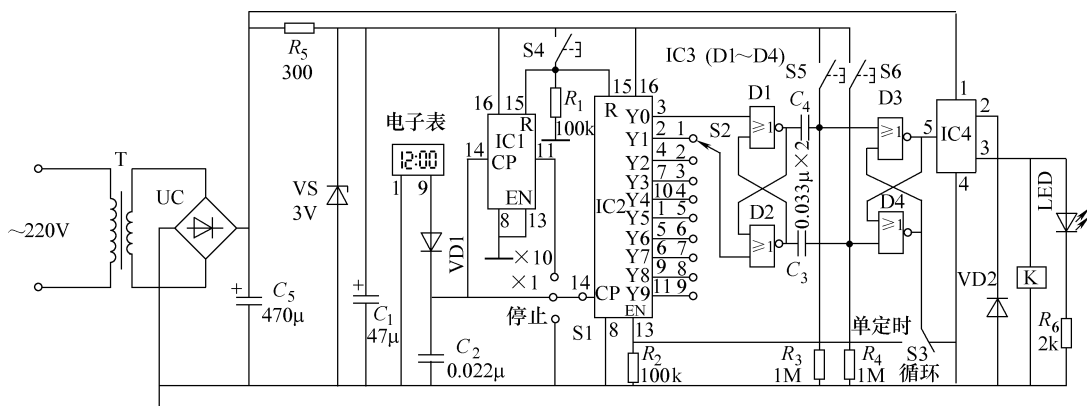


图 3-46 定时控制器电路 (二)

47. 定时控制器电路 (三)

(1) 电路原理简介 本定时控制器, 能控制电动机和电热器等用电设备, 使之在延时通电一段时间后自动断电。定时时间为 15min、30min 和 60min 共 3 档可调。

该定时控制器电路由电源电路和定时控制电路组成。

电源电路由电源控制按钮 S1、继电器 K 的常开触头 K1、降压电容 C_1 、泄放电阻 R_1 、整流二极管 VD1~VD4、滤波电容 C_2 和稳压二极管 VS 组成。

定时控制电路由时基集成电路 IC、延时时间选择开关 S2、电阻 $R_2 \sim R_5$ 、电容 C_3 与 C_4 、发光二极管 LED、继电器 K 和二极管 VD5 组成。

按下 S1, 交流 220V 电压经 C_1 降压、VD1~VD4 整流、 C_2 滤波和 VS 稳压后, 为 IC 提供 +9V (V_{CC}) 工作电压。由于 C_3 两端电压在通电瞬间不能突变, IC 的②脚和⑥脚为低电平, IC 的③脚输出高电平, 使 K 吸合, 其常开触头 K1 和 K2 均闭合, 电源自锁 (松开 S1 后, 电源保持接通状态), KM 吸合, 负载 (电动机或电热器等用电设备) 的工作电源接通, 同时 LED 点亮。

将 S2 置于 “1” 位置时, +9V 通过 R_2 对 C_3 充电, 延时通电时间为 15min; 当 S2 置于 “2” 位置时, +9V 电压经 R_2 、 R_3 对 C_3 充电, 延时通电时间为 30min; 将 S2 置于 “3” 位置时, +9V 电压经 $R_2 \sim R_4$ 对 C_3 充电, 延时通电时间为 60min。

在设定的延时通电时间结束时, IC 的②脚和⑥脚电压将升至 $2V_{CC}/3$ (6V 左右), IC 内电路翻转, ③脚由高电平变为低电平, K 和 KM 释放, 整机和负载的工作电源均被切断。

(2) 元器件参数选择

R_1 选用 $1/2W$ 金属膜电阻; $R_2 \sim R_5$ 选用 $1/4W$ 的碳膜电阻或金属膜电阻。

C_1 选用耐压值为 400V 的涤纶电容或聚丙烯薄膜 (CBB) 电容; C_2 和 C_3 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容; C_4 选用独石电容或涤纶电容。

VD1~VD5 均选用 1N4007 型硅整流二极管。

VS 选用 1W、9V 的硅稳压二极管。

LED 选用 $\phi 5mm$ 的绿色发光二极管。

IC 选用 NE555 型时基集成电路。

K 选用 JRX-13F 型 9V 直流继电器。

KM 选用线圈电压为 220V 的交流接触器, 其触头电流容量应根据负载的功率而定。

S1 选用交流 220V 动合按钮; S2 选用单位三极 (单刀三掷) 转换开关。

其他元器件的选用如图 3-47 所示, 无特殊要求。

(3) 定时控制器电路 (三) 如图 3-47 所示。

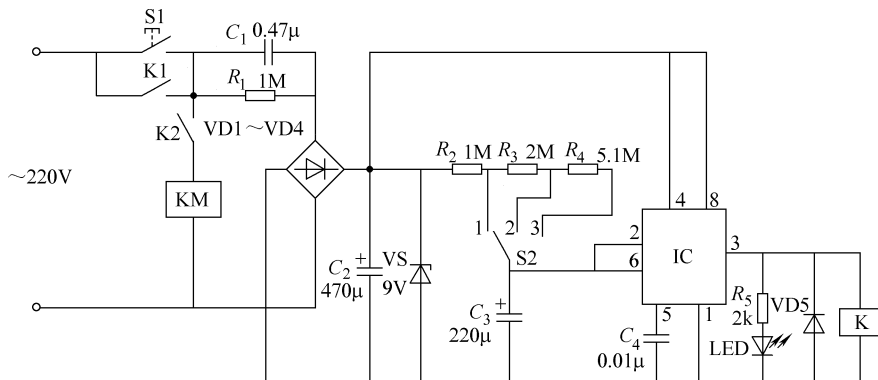


图 3-47 定时控制器电路 (三)

48. 定时控制器电路 (四)

(1) 电路原理简介 本例介绍的定时控制器能按电子闸表设定的时间来定时控制电动机等用电设备, 其定时时间有 15min、30min 和 60min 共 3 档可选择。

该定时控制器电路由电源电路、输入控制电路、定时电路和输出控制电路等组成, 如图 3-48 所示。

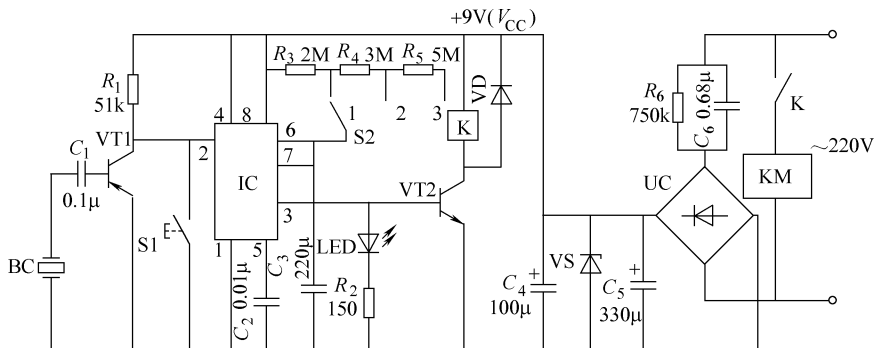


图 3-48 定时控制器电路 (四)

电源电路由降压电容 C_6 、泄放电阻 R_6 、桥式整流器 UC、滤波电容 C_5 、 C_4 和稳压二极管 VS 组成。

输入控制电路由电子闸表上的压电陶瓷片 BC、电容 C_1 、晶体管 VT1 和电阻 R_1 组成。

定时电路由电阻 $R_1 \sim R_5$ 、复位按钮 S1、定时时间选择开关 S2、电容 C_2 与 C_3 、发光二极管 LED 和时基集成电路 IC 组成。

输出控制电路由晶体管 VT2、继电器 K、二极管 VD 和交流接触器 KM 等组成。

交流 220V 电压经 C_6 降压、UC 整流、 C_5 滤波及 VS 稳压后，在 C_4 两端产生直流 9V 电压 (V_{CC})，供给 VT1、VT2 和 IC。

该定时器的输入端并接在电子闸表的音频输出端上。在电子闸表报闹（压电陶瓷片 BC 发声）时，VT1 饱和导通，使 IC 的②脚变为低电平，③脚输出高电平，VT2 导通，继电器 K 吸合，其常开触头接通，使交流接触器 KM 吸合，电动机（电路中未画出）通电工作。与此同时，IC 进入暂态延时状态，开始计时。

当时时时间结束（即 C_3 两端电压上升至 $2V_{CC}/3$ ）时，IC 的③脚变为低电平，使 VT2 截止，K 和 KM 释放，电动机断电停止工作。

S1 为手控复位按钮，按动 S1 时，IC1 的③脚将输出高电平，使 VT2 导通，K 和 KM 吸合。在 VT2 导通期间，发光二极管 LED 点亮。

S2 为定时选择开关，有 15min、30min 和 60min 共 3 个档位。

(2) 元器件参数选择

$R_1 \sim R_5$ 均选用 1/4W 碳膜电阻。

C_1 和 C_2 选用涤纶电容或独石电容； C_6 选用耐压值大于 400V 的涤纶电容或 CBB 电容。

VD 选用 1N4007 型硅整流二极管。

LED 选用 $\phi 5\text{mm}$ 发光二极管。

UC 选用 2A、400V 桥式整流器。

VT1 选用 59013 型硅 NPN 型晶体管；VT2 选用 C8050 型硅 NPN 型晶体管。

IC 选用 NE555 或 5G1555 型时基集成电路。

K 选用 9V 直流继电器。

KM 选用线圈电压为 220V 的交流接触器，其触头电流容量应根据负载的实际功率而定。

其他元器件的选用如图 3-48 所示，无特殊要求。

(3) 定时控制器电路（四）如图 3-48 所示。

49. 定时控制器电路（五）

(1) 电路原理简介 本定时控制器的定时时间在 10~90min 范围内分 7 档（10min、20min、30min、40min、50min、60min 和 90min）可调。该定时控制器在定时时间到达后，能自动切断负载（电动机、电热器等用电设备）的工作电源，安全省电，方便实用。

该定时控制器电路由电源稳压电路、定时时间选择电路、延时电路和施密特触发控制电路组成。

电源稳压电路由起动按钮 S1、电源变压器 T、桥式整流器 UC、滤波电容 C_1 和三端稳压集成电路 IC1 组成。

定时时间选择电路由选择开关 S2 和电阻 $R_1 \sim R_7$ 组成。

延时电路由电容 C_2 、 C_3 、电阻 R_9 、 R_{10} 、继电器 K 的常闭触头 K3、D4 和非门集成电路 IC2（D1~D4）组成。

施密特触发控制电路由晶体管 VT1、VT2、电阻 $R_1 \sim R_{16}$ 和二极管 VD 等组成。

选择好定时时间后，按下起动按钮 S1，交流 220V 电压经 T 降压、UC 整流、 C_1 滤波及 IC1 稳压后，产生 +12V 电压，供给各有关电路。

IC2 通电工作后，其内部的非门电路 D4 输出低电平，使 VT1 截止，VT2 饱和导通，继电器 K 吸合，其常开触头 K1 和 K2 接通，使电源被锁定接通（松开 S1 后，交流电源仍维持接通），交流接触器 KM 吸合，使负载通电工作。同时，+12V 电压通过定时时间选择电路对电容 C_2 充电，电路开始计时。

当时时时间结束后，非门 D4 的输出端变为高电平，使 VT1 导通，VT2 截止，K 释放，其常开触头 K1 和 K2 断开，定时控制器停止工作；同时 KM 释放，负载断电也停止工作。

(2) 元器件参数选择

$R_1 \sim R_{16}$ 均选用 1/4W 碳膜电阻。

C_1 选用耐压值为 25V 的铝电解电容； C_2 和 C_3 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容。

VD 选用 1N4148 型硅开关二极管。

UC 选用 2A、50V 的桥式整流器。

VT1 选用 59013 型硅 NPN 晶体管；VT2 选用 C8050 型硅 NPN 晶体管。

IC1 选用 LM7812 型三端集成稳压器；IC2 选用 C036 或 CD4011 型四与非门集成电路或 C033、CD4069 型六非门集成电路。

T 选用 5~8W、二次电压为 17V 的电源变压器。

S1 选用 220V 常开按钮；S2 选用单极 7 位选择开关。

K 选用 12V 的直流继电器。

KM 选用线圈电压为 220V 的交流接触器，其触头电流容量应根据负载的实际功率来选择。

其他元器件的选用如图 3-49 所示，无特殊要求。

(3) 定时控制器电路（五）如图 3-49 所示。

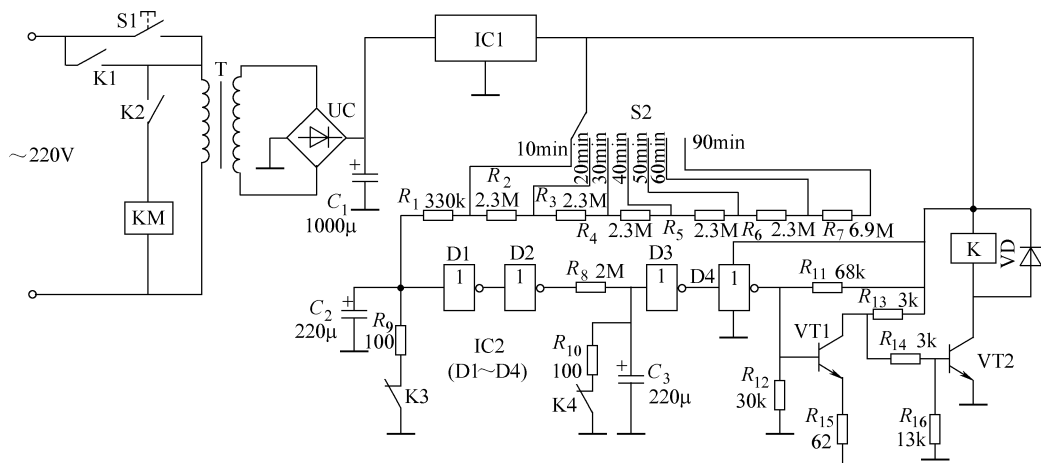


图 3-49 定时控制器电路（五）

50. 定时控制器电路（六）

(1) 电路原理简介 本例介绍的定时控制器具有延时接通（0~200min 连续可调）、延时断开（10~210min 连续可调）和间歇循环控制功能，可用于电热器和单相交流电动机的控制。

该定时控制器电路由电源电路、定时控制电路和控制执行电路组成，如图 3-50 所示。

电源电路由电源开关 S1、熔断器 FU、电源变压器 T、整流二极管 VD1~VD4、滤波电容 C_4 、 C_5 和三端稳压集成电路 IC1 组成。

定时控制器电路由时基集成电路 IC2、IC3、电阻 $R_1 \sim R_{10}$ 、电容 $C_1 \sim C_3$ 、电位器 RP1、RP2、晶体管 VT1~VT4、发光二极管 LED1、LED2、手动放电按钮 S2 和功能选择开关 S3 组成。

控制执行电路由二极管 VD5、继电器 K 和交流接触器 KM 组成。

接通电源开关 S1 后，交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流、 C_4 滤波及 IC1 稳压后，产生 +12V (V_{CC}) 电压，作为定时控制器电路的工作电源。

若受控负载的电源需延时接通，则应将 S3 置于“1”位置，使 VT3 的集电极对地短路，调节 RP1 设定负载电源延时接通所需的时间，再按一下 S2，定时器开始计时，IC2 触发置位，③脚输出高电平，使 VT4 导通，IC3 强制复位，其③脚输出低电平，K 和 KM 不吸合，受控负载的电源处于断开状态。此时 LED1 不发光，LED2 点亮。

当定时时间结束时 (C_1 充电结束)，IC2 翻转，其③脚由高电平变为低电平，使 VT4 截止，IC3 的③

脚输出高电平, K 吸合, 其常开触头接通, 使 KM 吸合, 负载通电工作。同时 LED1 点亮, LED2 熄灭。

若受控负载的电源需延时断开, 则应将 S3 置于“2”位置, 调节 RP1 和 RP2 设定定时关闭负载电源时所需的时间后, 再按一下 S2, 定时器开始计时。此时定时控制电路的工作过程与延时接通负载电源时基本相同, 所不同的是当定时时间结束后, IC2 的③脚由低电平变为高电平, 使 VT3 和 VT4 均处于饱和导通状态, VT3 将 IC3 的②脚、⑥脚电压钳制为低电平, IC2 的③脚由高电平变为低电平, K 和 KM 释放, 将负载的工作电源切断。

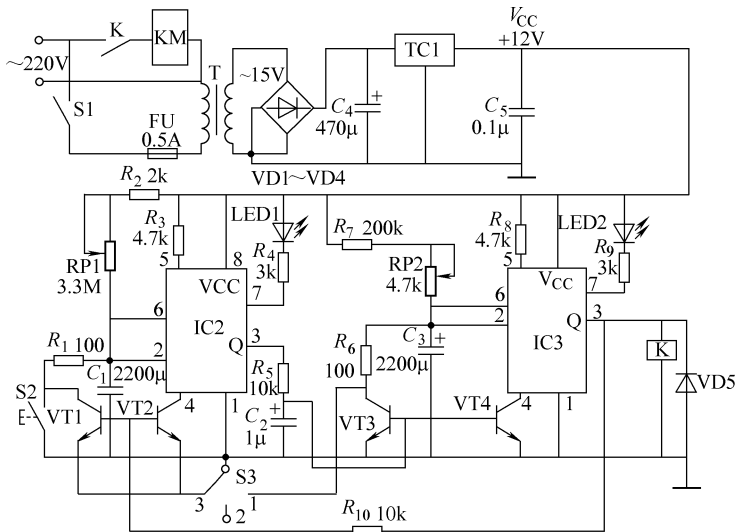


图 3-50 定时控制器电路 (六)

若需要定时控制器工作在间歇循环状态, 则应将 S3 置于“3”位置, 使 VT1 和 VT2 的发射极接地。接通电源开关 S1 后, 由于 C₂ 两端电压不能突变, VT3 和 VT4 处于截止状态, IC3 的③脚先输出高电平, 使 K 和 KM 吸合, 受控负载通电工作。在 IC3 的③脚输出高电平的一瞬间, VT1 和 VT2 饱和导通, IC2 强制复位, ③脚输出低电平, 使 VT3 和 VT4 截止, +12V 电压通过 R₇ 和 RP2 对 C₃ 充电, 使 IC3 的②脚和⑥脚电压不断上升。当 C₃ 两端电压升至 2V_{CC}/3 时, IC3 复位, 其③脚由高电平变为低电平, K 和 KM 释放, 受控负载的工作电源断开, 同时 VT1 和 VT2 截止, IC2 因②脚电压低于 1V_{CC}/3 而翻转, 其③脚输出高电平, 使 VT3 和 VT4 导通, IC3 的③脚仍维持输出低电平; +12V 电压又通过 R₂ 和 RP1 对 C₁ 充电, 当 C₁ 两端电压上升至 2V_{CC}/3 时, IC2 复位, ③脚变为低电平, VT3 和 VT4 截止, 由于 IC3 的②脚电压低于 1V_{CC}/3, 其③脚输出高电平, 使 K 和 KM 吸合, 负载又通电工作, 同时 VT1 和 VT2 又导通, 使 IC2 强制复位。如此周而复始, 使负载间歇循环工作。

(2) 元器件参数选择

R₁~R₁₀ 选用 1/4W 碳膜电阻或金属膜电阻。

RP1 和 RP2 均选用有机实心电位器。

C₁~C₃ 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容; C₄ 选用耐压值为 25V 的铝电解电容; C₅ 选用独石电容或涤纶电容。

VD1~VD5 选用 1N4001 或 1N4007 型硅整流二极管。

LED1 和 LED2 均选用 φ5mm 的发光二极管, LED1 选绿色, LED2 选红色。

VT1~VT4 选用 59013 或 C8050、3DK40A 型硅 NPN 晶体管。

IC1 选用 LM7812 型三端稳压集成电路; IC2 和 IC3 选用 CA555 或 5G1555 型双极型时基集成电路。

T 选用 5W、二次电压为 15V 的电源变压器。

S1 选用通用型交流电源开关; S2 选用微型动合按钮; S3 选用 KCZ-1D3W 等型号的单极三位 (单刀三掷) 开关。

K 选用 4098 或 JRX-13F 型 12V 直流继电器。

KM 选用线圈电压为 220V 的交流接触器, 其触头电流容量应根据负载的实际功率来选择。

(3) 定时控制器电路 (六) 如图 3-50 所示。

第 4 章 电动机控制电路

1. 三相异步电动机点动控制电路

三相异步电动机点动控制电路如图 4-1 所示。工作时，首先合上刀开关 QS，接通三相电源。按下起动按钮 SB，接触器线圈 KM 得电，串在主电路中的三个主触头 KM 闭合，接通电源，电动机转动；松开起动按钮 SB，接触器线圈 KM 断电，其三个主触头 KM 断开，电动机停转。熔断器 FU1、FU2 分别用做主电路和控制电路的短路保护。

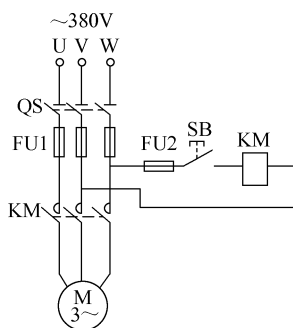


图 4-1 三相异步电动机点动控制电路

2. 三相异步电动机连续运行控制电路

三相异步电动机连续运行控制电路如图 4-2 所示，和点动控制电路相比，增加了三个环节：一是与起动按钮 SB2 并联一个接触器 KM 的辅助动合触头 KM，其作用是按下起动按钮 SB2，接触器 KM 得电，电动机 M 起动运转，同时与 SB2 并联的 KM 辅助动合触头也闭合，当松开起动按钮 SB2 时，KM 仍使接触器 KM 线圈继续带电，电动机 M 继续连续运行，这种作用称为“自锁”，KM 触头称为“自锁”触头；二是为了控制电动机停止，增加一个停止按钮 SB1，按下停止按钮 SB1，切断控制电路，接触器 KM 的主触头断开，电动机停止；三是增加了热继电器 FR，当电动机过载发热，经过一段时间，其动断触头断开，切断控制电路，接触器 KM 的主触头断开，电动机停止。

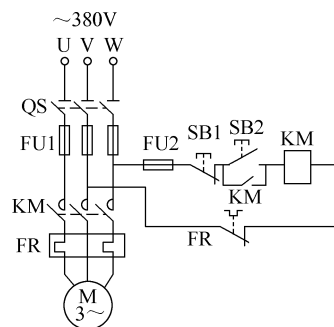


图 4-2 三相异步电动机连续运行控制电路

3. 三相异步电动机顺序控制电路

在生产中，往往需要多台电动机配合工作，根据工艺流程要求，它们的起动和停车必须按照事先规定的顺序进行。例如某些大型机床，要求主轴一定要在有冷却液的情况下才能工作，因而，必须先起动油泵电动机为主轴提供冷却液，然后才能起动主轴电动机；同样道理，停车时必须先停主轴电动机，然后才能停油泵电动机。线圈带电时，动合触头闭合，动断触头断开。

(1) 电路组成 顺序起动控制电路如图 4-3 所示，图中，接触器 KM1 控制油泵电动机 M1，接触器 KM2 控制主轴电动机 M2，油泵电动机的控制电路部分是一个典型的起动、停车控制电路，而主轴电动机控制电路中串入了接触器 KM1 的辅助动合触头 KM1，所以，只有接触器 KM1 动作，油泵电动机起动，触头 KM1 闭合，控制主轴电动机 M2 的接触器 KM2 才可能接通。

这种控制作用称为“联锁”，KM1 触头称为“联锁”触头。

(2) 顺序起动控制 按图 4-3 接线，其中三相交流电源 380V，电动机均采用 Y 接法。合上刀开关 QS，操作起动按钮 SB2，KM1 线圈得电，接在主电路中的 KM1 主触头接通三相电源，电动机 M1 运转；串接在 KM2 控制电路中的 KM1 辅助触头接通，按下 SB4，KM2 线圈得电，接在主电路中的 KM2 主触头接通三相电源，主轴电动机 M2 运转。

(3) 顺序停止控制 顺序停止控制是在上述控制电路中再增加一个“联锁”环节，用接触器 KM2 的辅助动合触头 KM2 与油泵电动机的停车按钮 SB1 并联，这样，按停止按钮 SB3，主轴电动机 M2 断电停止。只有主轴电动机 M2 停止后，与 SB1 并联的动合触头 KM2 断开，然后才能用停止按钮 SB1 使油泵电动机停止，从而实现必须先停主轴电动机 M2，然后才能停油泵电动机 M1 的顺序停止控制。

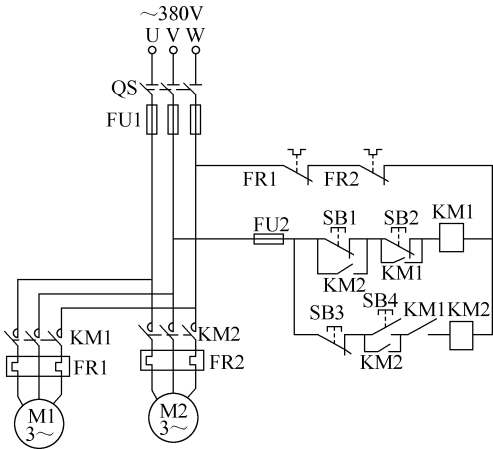


图 4-3 三相异步电动机顺序控制电路

4. 三相异步电动机的正反转控制电路

生产中经常需要改变电动机的旋转方向，根据三相异步电动机的原理，要改变电动机的转向，只须将电动机接到三相电源的三根电源线中的任意两根对调，改变通入电动机的三相电流相序即可。常用的控制电路可采用倒顺开关以及按钮、接触器等电器元件实现。

图 4-4 为两个起动按钮分别控制两个接触器来改变通入电动机的三相电流相序，实现电动机正、反转的控制电路。其中，接触器 KM1 用于电动机正转控制，接触器 KM2 用于电动机反转控制，从主电路可以看出，如果两个接触器 KM1、KM2 由于误操作而同时工作，六个主触头同时闭合，将造成三相电源短路，这是决不能允许的。因而，控制电路的设计，必须保证两个接触器 KM1 和 KM2 在任何情况下都只能有一个工作，为此，在正转控制电路中串入一个反转接触器 KM2 的辅助动断触头 KM2，在反转控制电路中串入一个正转接触器的辅助动断触头 KM1。这样，在正转接触器 KM1 工作时，它的动断触头 KM1 断开，将反转控制电路切断；相反，在反转接触器 KM2 工作时，它的动断触头 KM2 断开，将正转控制电路切断。这就保证两个接触器 KM1 和 KM2 不会同时工作，这种相互制约的控制称为“互锁”控制，辅助触头 KM1 和 KM2 称为“互锁”触头。

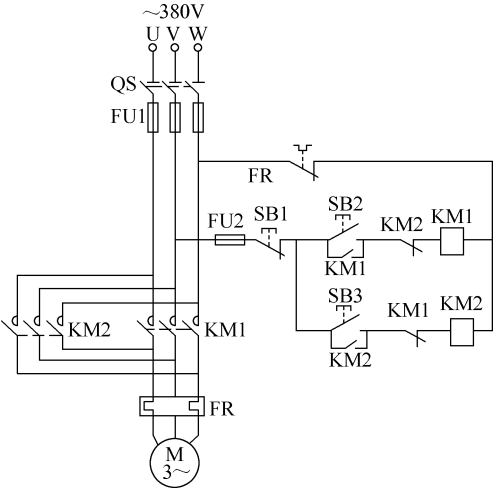


图 4-4 三相异步电动机的正反转控制电路

5. 三相异步电动机的双重互锁控制电路

图 4-5 所示的正、反转双重互锁控制电路，是在图 4-4 控制电路的基础上增加了复合式按钮的机械互锁环节。这种电路的优点是：如果要使正转运行的电动机反转，不必先按停车按钮 SB1，只要直接按下反转起动按钮 SB3 即可；当然，从反转运行到正转，也是如此。这种电路具有电气和机械的双重互锁功能，不但提高了控制的可靠性，而且既可实现正转—停止—反转—停止的控制，又可实现正转—反转—停止的控制。

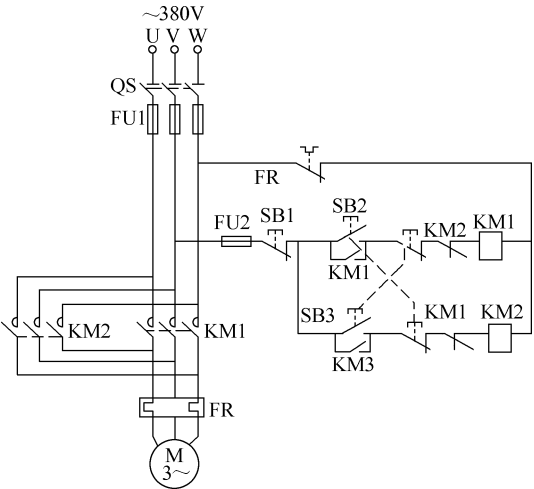


图 4-5 三相异步电动机的双重互锁控制电路

6. PLC 控制电动机正反转电路

某些单相交流电动机的旋转方向随其接线不同而改变。如图 4-6 所示的电路表明在采用 PLC 来控制这类电动机正、反转时，断开正向控制触头到接通反向控制触头之间要有一段延时。

IP 系列 PLC 的 H 端可以接火线或中心线，但两组之间 H 端是相互绝缘的。由两个输入信号 X0 及 X1 控制电动机的正转、反转及停止。图 4-6b 为电动机正反转 RLL 程序，它们的逻辑关系见表 4-1。

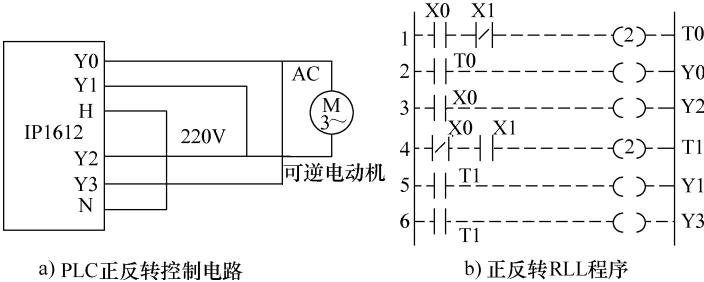


图 4-6 PLC 控制电动机正反转电路

表 4-1 逻辑关系表

输入信号 X0	输入信号 X1	电动机工作状态
OFF	OFF	电动机停转
ON	OFF	电动机正转
OFF	ON	电动机反转
ON	ON	电动机停转（应避免使用）

若用这种方法去控制一台三相异步电动机时要十分注意 Y0 和 Y1 的瞬时接通，否则易使设备毁坏。

7. 三相异步电动机行程控制电路

行程控制是按运动部件移动的距离发出指令的一种控制方式，在生产中得到广泛的应用，例如运动部件（如机床工作台）的左、右，上、下运动，包括行程控制、自动换向、往复循环、终端限位保护等。行程控制用行程开关实现。

(1) 行程开关 行程开关（也称限位开关）是一种根据生产机械的行程信号进行动作的器件，其结构和工作原理与按钮类似，同样有动合触头和动断触头。行程开关和按钮一样，要连接在控制电路中。

行程开关安装在固定的基座上，当与装在在它控制的生产机械运动部件上的撞块相撞时，撞块压下行程开关的滚轮，便发出触头通或断信号。当撞块离开后，有的行程开关自动复位（如单轮旋转式），而有的行程开关不能自动复位（如双轮旋转式），后者须依靠另一方向的二次相撞来复位。

(2) 行程控制电路原理 行程控制电路如图 4-7a 所示,基本上是一个电动机正、反转控制电路,电动机正、反转带动运动部件前进、后退,运动部件上的撞块 1、2 和行程开关 ST1~ST4 的安装位置如图 4-7b 所示,ST1 和 ST2 是复合式行程开关,具有一个动断触头和一个动合触头,ST1 用来切断正转控制电路和闭合反转控制电路;相应地,ST2 用来切断反转控制电路和闭合正转控制电路,这样,行程开关在撞块 1、2 的撞击下,便可控制电动机正、反转,带动运动部件前进、后退。行程开关 ST3 和 ST4 具有一个动断触头,当撞块撞击行程开关 ST1 或 ST2,而 ST1 或 ST2 由于故障没有动作时,运动部件按原来的方向继续运动,使撞块撞击 ST3 或 ST4,切断控制电路,并使电动机停止,从而起到终端限位保护的作用。

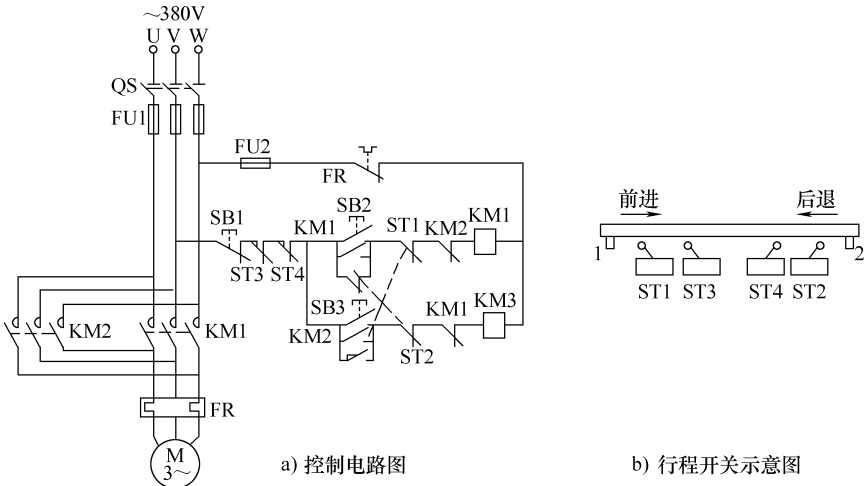


图 4-7 三相异步电动机行程控制电路

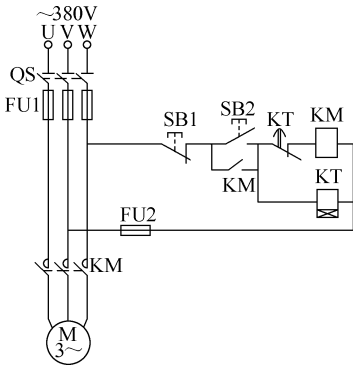
8. 单台三相异步电动机时间控制电路

生产中,很多加工和控制过程是以时间为依据进行控制的,例如工件加热时间控制,电动机按时间先后顺序起动、停车控制,电动机Y-△起动控制等,这类控制都是利用时间继电器来实现的。

(1) 时间继电器 时间继电器是一种延时动作的继电器,它从接收信号(如线圈带电)到执行动作(如触点断开或闭合)具有一定的时间间隔,此时间间隔可按需要预先整定,以协调和控制生产机械的各种动作。时间继电器的种类通常有电磁式、电动式、空气式和电子式等。时间继电器的触点系统有延时动作触点和瞬时动作触点,其中又分动合触点和动断触点。延时动作触点又分通电延时型和断电延时型。

(2) 单台电动机时间控制电路 电动机起动后控制运行时间的电路如图 4-8 所示,按起动按钮 SB2,接触器 KM 带电,并自锁,电动机起动运行。与此同时,时间继电器 KT 通电,并开始计时,当达到预先整定的时间时,它的延时动断触点 KT 断开,切断接触器控制电路,电动机停车。同样,用时间继电器的延时动合触点,可以接通接触器控制电路,实现时间控制。

时间继电器延时时间根据需要进行整定。如整定为 5s,检查接线正确后合上主电源。起动电动机,观察交流接触器、时间继电器和电动机的动作情况;改变时间继电器的延时时间为 10s,重复上述操作。



9. 两台电动机延时控制电路

如图 4-9 所示,时间继电器延时时间整定为 5s,检查接线正确后,合上主电源开关 QS,按起动按钮 SB2,电动机 M1 起动运转;延时继电器 KT 延时 5s 后,其动合触点闭合, KM2 线圈得电,接通 KM2 主电路,电动机 M2 运转。观察交流接触器、时间继电器和电动机的动作情况;改变时间继电器的延时时间

为 10s, 重复上述操作。在实验时电动机 M2 可用白炽灯代替。

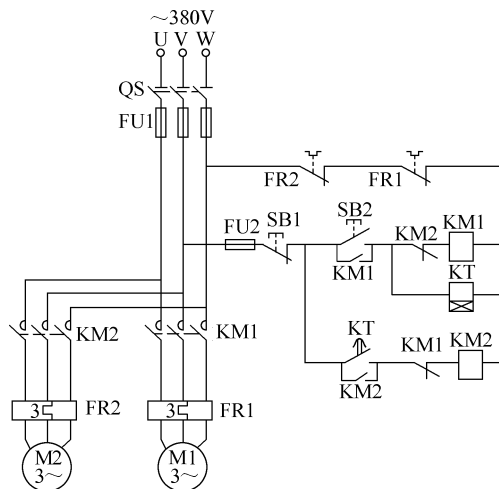


图 4-9 两台电动机延时控制电路

10. 定子串电阻减压起动控制电路

三相异步电动机直接起动的起动电流为额定电流的 5~7 倍, 因为起动电流大, 直接起动只适用于小容量的电动机。当电动机容量在 10kW 以上时, 应采用减压起动, 以减小起动电流, 但同时也减小了起动转矩, 故减压起动适用于起动转矩要求不高的场合。减压起动一般有如下几种方法: 对于正常运行时定子绕组采用三角形联结的电动机, 可采用 Y-Δ 减压起动; 三相自耦变压器减压起动; 还可采取定子绕组电路串电阻或电抗器等。这些起动方法的实质, 都是在电源电压不变的情况下, 起动时减小加在电动机定子绕组上的电压, 以限制起动电流, 而在起动以后再将电压恢复至额定值, 电动机进入正常运行。

图 4-10 为电动机定子串电阻减压起动控制电路, 图中 KM1 为接通电源接触器, KM2 为短接电阻接触器, KT 为起动时间继电器, R 为降压起动电阻。

电路工作情况: 合上电源刀开关 QS, 按下起动

按钮 SB2, KM1 通电并自锁, 同时 KT 通电并开始计时, 电动机定子串入电阻 R 进行减压起动, 经时间继电器 KT 延时, 其延时动合触点闭合, KM2 通电动作, 将起动电阻 R 短接, 电动机在额定电压下正常运行。KT 的延时长短根据电动机起动过程时间长短来整定。

电阻 R 的选取计算: 根据经验公式

$$R = 190 \frac{I_q - I'_q}{I_q I'_q}$$

式中 $I_q = (4 \sim 8) I_N$;

$I'_q = (2 \sim 3) I_N$;

I_N ——电动机的额定电流。

电阻 R 的功率选择, 应由电动机的额定电流 I_N 和电阻 R 的乘积决定。

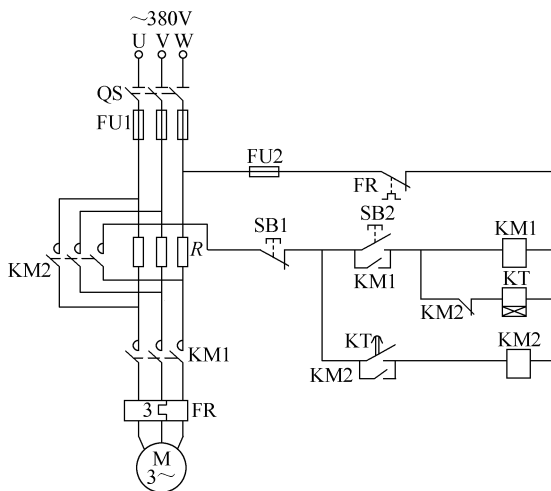


图 4-10 电动机定子串电阻减压起动控制电路

11. Y-△减压起动控制电路

国内三相Y(异步)系列电动机额定电压为380V,功率为4kW以上为△接法,因此,电动机起动时接成Y联结,电压降为额定电压的 $\frac{1}{\sqrt{3}}$,起动后再换接

成△联结。由电工基础知识可知:

$$I_{\Delta L} = 3I_{Y L} \quad (4-1)$$

式中 $I_{\Delta L}$ ——电动机△接时线电流;

$I_{Y L}$ ——电动机Y接时线电流。

则Y联结时起动电流仅为△联结时的 $\frac{1}{3}$,相应的起动转矩也是△联结时的 $\frac{1}{3}$ 。因此,Y-△起动仅适用于空载或轻载下的起动。

图4-11为Y-△减压起动控制电路,图中KM1为接通电源接触器,KM3为Y联结接触器,KM2为△联结接触器,KT为延时时间继电器。

电路工作原理:

合上电源刀开关QS,按下起动按钮SB2,KM1通电并自锁,KM3通电,KM3主触头闭合,电动机接成Y联结,接入三相电源进行减压起动,同时时间继电器KT通电并开始计时,经一段时间延时后,KT的延时动断触点断开,KM3断电释放,电动机Y中性点断开,同时,KT的延时动合触点闭合,KM2通电并自锁,电动机接成△联结运行,同时用KM2断开KT的线圈,另外,辅助触头KM2和KM3为互锁触头,防止KM3和KM2同时带电。至此,电动机Y-△减压起动过程结束,电动机投入正常(在额定电压下)运行。停车时,按下SB1即可。

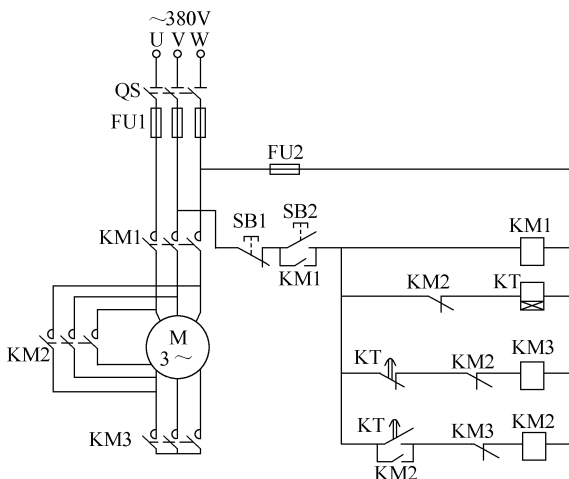


图 4-11 Y-△减压起动控制电路

12. 电动机串电抗减压起动控制电路

图4-12所示为电动机串电抗减压起动电路,适用△/Y联结的电动机减压起动。

合上低压开关QS,按下起动按钮SB2,接触器KM1得电吸合并自锁,KM1主触头闭合,电动机串电抗器L起动,当电动机的转速接近额定转速时,按下运行按钮SB3,接触器KM2得电吸合,KM2主触头将电抗器L短接切除,电动机进入全压运行,这时热继电器FR接入电路中,这样做可防止由于电动机起动电流过大而导致热继电器误动。

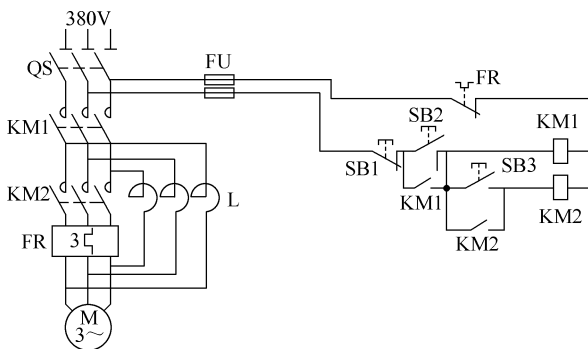


图 4-12 电动机串电抗减压起动电路

13. 延边三角形减压起动控制电路

延边三角形减压起动,就是在电动机起动时,将其三相定子绕组的一部分接成Y联结,另一部分接成△联结,整个绕组接成延边三角形,待电动机起动完毕,三相定子绕组接成△联结运行。延边三角形减压起动控制电路如图4-13所示。

起动时,按下起动按钮SB2,接触器KM1得电吸合且自锁,三相电源经KM1主触头接至电动机的3个出线端U1、V1、W1,同时接触器KM2得电吸合,KM2主触头闭合,分别将U2、V3、V2、W3、W2、U3连接成延边三角形,电动机减压起动。与此同时,KT线圈得电,经过延时一段时间后,

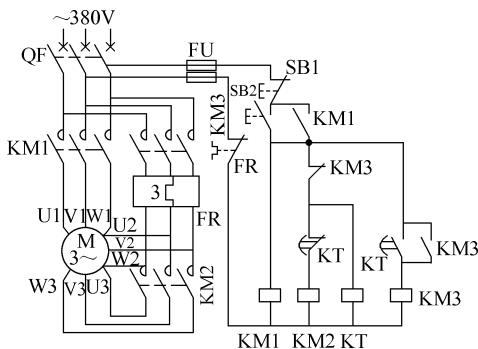


图 4-13 延边三角形减压起动控制电路

KT 常闭触头断开, 接触器 KM2 断电释放, U2、V3、V2、W3、W2、U3 接头断开; KT 常开触头闭合, KM3 得电吸合, 分别将 U1、W2、V1、U2、W1、V2 重新连接, 定子绕组转为接成△联结, 电动机进入全压运行。

14. 电动机自动往返控制电路

按下 SB2, 接触器 KM1 线圈得电动作, 电动机起动正转, 通过机械传动装置拖动工作台向左运动; 当工作台上的挡铁碰撞行程开关 SQ1 (固定在床身上) 时, 其动断触头断开, 接触器 KM1 线圈断电释放, 电动机断电停转; 与此同时 SQ1 的动合触头闭合, 接触器 KM2 线圈获电动作并自锁, 电动机反转, 拖动工作台向右运动; 这时行程开关 SQ1 复原。当工作台向右运动行至一定位置时, 挡铁碰撞行程开关 SQ2, 使动断触头断开, 接触器 KM2 线圈断电释放, 电动机断电停转, 同时 SQ2 动合触头闭合, 接通 KM1 线圈电路, 电动机又开始正转。这样往复循环直到工作完毕。按下停止按钮 SB1, 电动机停转, 工作台停止运动。另外, 还有两个行程开关 SQ3、SQ4 安装在工作台往返运动的方向上, 它们处于工作台正常的往返行程之外, 起终端保护作用, 以防 SQ1、SQ2 失效, 造成事故, 电路如图 4-14 所示。

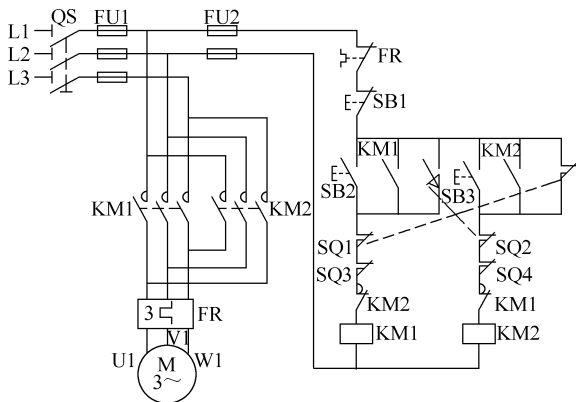


图 4-14 电动机自动往返控制电路

15. 电动机的倒顺开关控制电路

常用的倒顺开关有 HZ3.132 型和 QX1.13M/4.5 型。控制电路如图 4-15 所示。

倒顺开关有 6 个接线柱: L1、L2 和 L3 分别接三相电源, U1、V1 和 W1 分别接电动机。倒顺开关的手柄有 3 个位置; 当手柄处于停止位置时, 开关的两组动触片都不与静触片接触, 所以电路不通, 电动机不转。当手柄拨到正转位置时, A、B、C、F 触片闭合, 电动机接通电源正向运转, 当电动机需向反方向运转时, 可把倒顺开关手柄拨到反转位置上, 这时 A、B、D、E 触片接通, 电动机换相反转。

在使用过程中电动机处于正转状态时欲使它反转, 必须先将手柄拨至停转位置, 使它停转, 然后再将手柄拨至反转位置, 使它反转。倒顺开关一般适用于 4.5kW 以下的电动机控制电路。

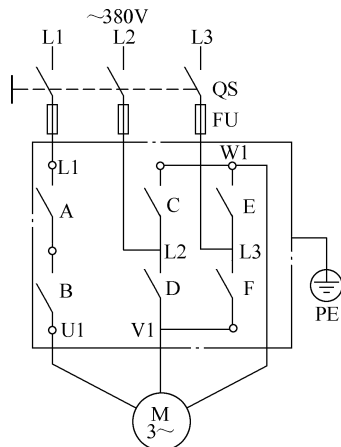


图 4-15 电动机的倒顺开关控制电路

16. 电动机顺序起动单独停止控制电路

这是一种顺序控制电路, 参考电路如图 4-16 所示。

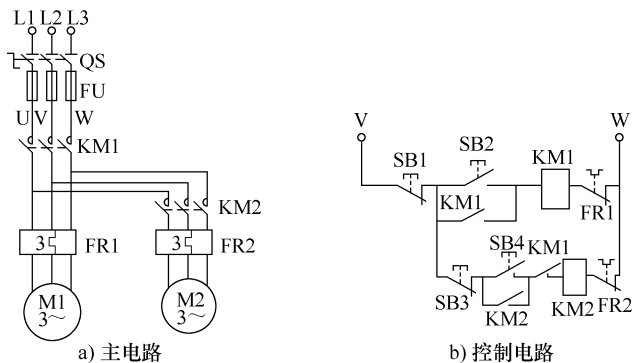


图 4-16 控制电路图

17. 电动机顺序起动点动控制电路

参考电路如图 4-17 所示。

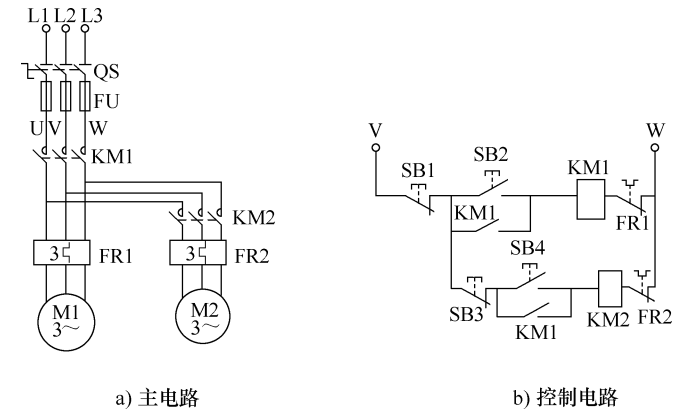


图 4-17 电路图

18. 电动机延时起动控制电路

这是一种延时控制电路，设计的参考电路如图 4-18 所示。

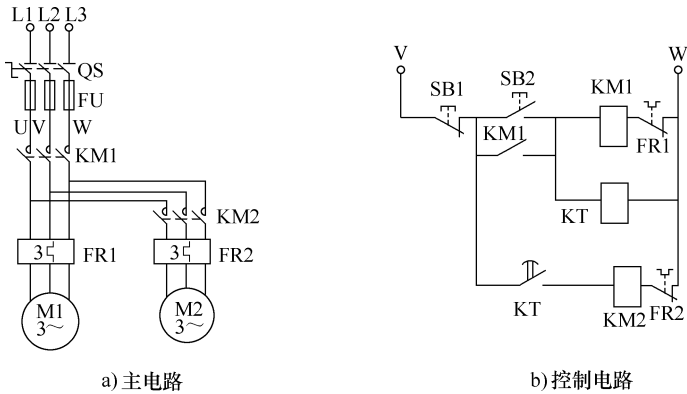


图 4-18 电路图

19. M1 起动 M2 延时起动并停止 M1 控制电路

参考电路如图 4-19 所示。

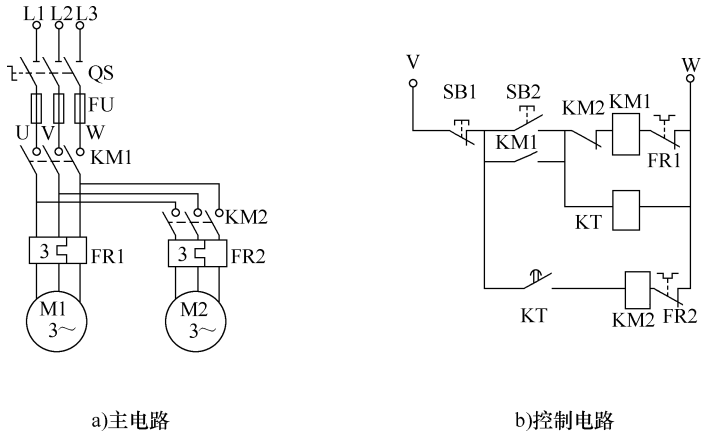


图 4-19 电路图

20. 两台电动机顺序启动停止控制电路

参考电路如图 4-20 所示。

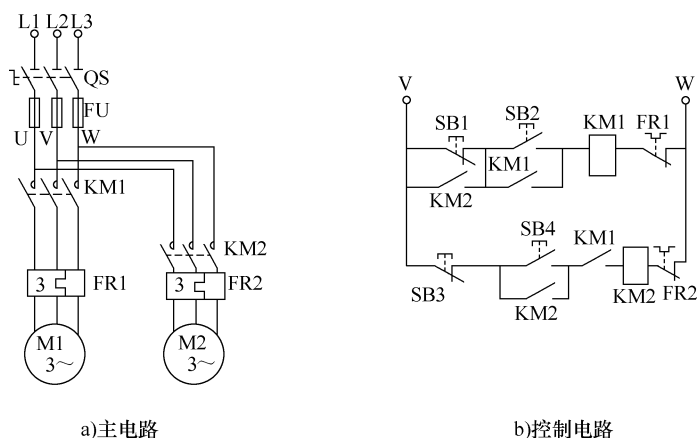


图 4-20 控制电路图

21. 两台电动机分别启动停止和同时启动停止控制电路

参考电路如图 4-21 所示。

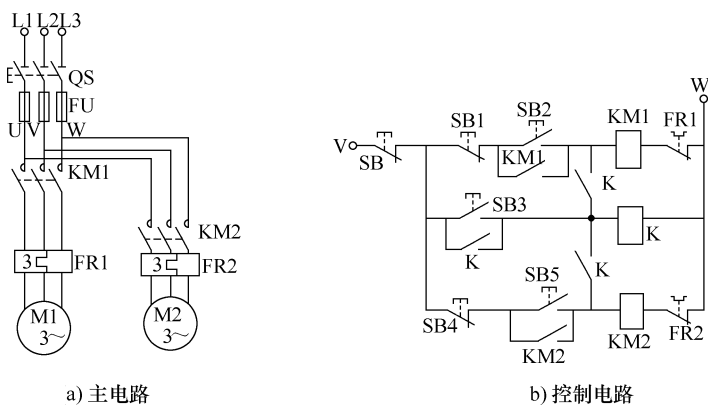


图 4-21 控制电路图

22. 电磁制动控制电路

电动机及其拖动的生产机械具有惯性，电动机切断电源后并不能立即停转。因此，在要求电动机迅速停车或准确停在某个位置，或缩短辅助工时及保障安全时，都需要采取制动措施。电气制动有以下方法：

机械制动是利用机械装置使电动机在切断电源后迅速停转。采用比较普遍的机械制动设备是电磁抱闸。电磁抱闸主要由两部分组成，即制动电磁铁和闸瓦制动器。

电磁抱闸制动的控制线路与抱闸原理如图 4-22 所示。按下按钮 SB2，接触器 KM 线圈得电动作，电动机通电。电磁抱闸的线圈 ZT 也通电，铁心吸引衔铁而闭合，同时衔铁克服弹簧拉力，迫使制动杠杆向上移动，从而使制动器的闸瓦与闸轮松开，电动机正常运转。

按下停止按钮 SB1 之后，接触器 KM 线圈断电释放，电动机的电源被切断，电磁抱闸的线圈也同时断电，衔铁释放，在弹簧拉力的作用下使闸瓦紧紧抱住闸轮，电动机就迅速被制动停转。

这种制动在起重机械上以及要求制动较严格的设备上被广泛采用。当重物吊到一定高处，线路突然发生故障断电时，电动机断电，电磁抱闸线圈也断电，闸瓦立即抱住闸轮，使电动机迅速制动停转，从而可

防止重物掉下。另外，也可利用这一点将重物停留在空中某个位置上。

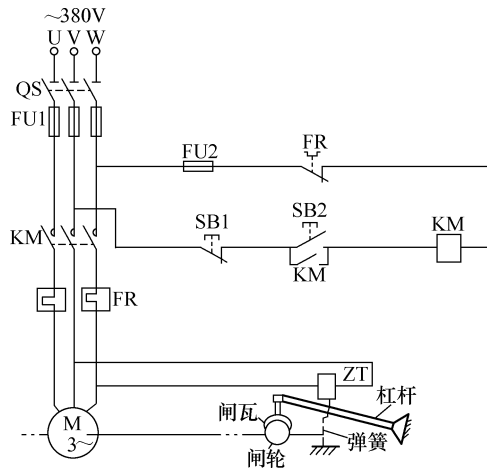


图 4-22 电磁制动控制电路

23. 反接制动控制电路

反接制动是在电动机停车时，将其所接的三根电源线中任意两根对调，由于电源相序改变，会产生一个与原来方向相反的电磁转矩，这对由于惯性作用仍沿原方向旋转的电动机起到制动作用，当电动机转速接近零时，断开电源。这种方法制动转矩大，制动迅速，但制动电流很大，一般要在定子电路中串入电阻。

异步电动机在改变它的电源相序后，就可以进行反接制动。相序改变，电动机定子的旋转磁场反向，产生与电动机原转矩转向相反的反转矩，因而起到制动作用。

异步电动机反接制动线路如图 4-23 所示。当按下按钮 SB1，接触器 KM1 吸合，使电动机带动速度继电器 SR 一起旋转。速度转动到额定转速后 SR 动合触点闭合，做好制动准备。按下 SB2 停止按钮后，KM1 断电，其动断触点闭合，SR 在电动机惯性作用下触点仍然闭合，这时，KM2 吸合，电动机反接制。当电动机转速下降直至停止时，SR 断开，KM2 释放，制动完毕。

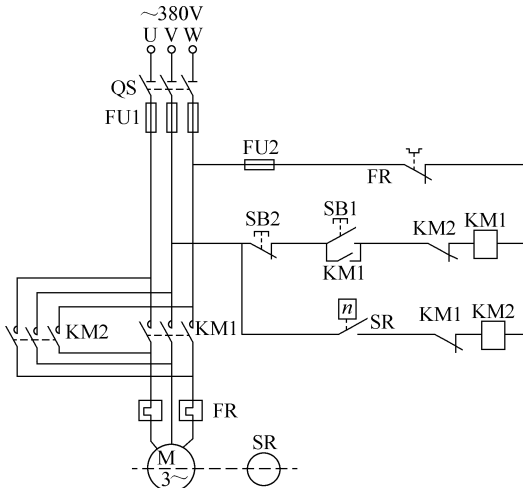


图 4-23 反接制动控制电路

24. 能耗制动控制电路

当电动机停车与交流电源断开后，立即给定子绕组通入直流电流，产生一个静止的磁场，而电动机由于惯性作用沿原方向继续旋转，根据电磁学理论，转子绕组中感应的电流与静止磁场作用，产生一个与原方向相反的制动转矩，使电动机迅速停车。这种方法停车准确，但制动过程要消耗电能，转子发热，一般要在转子电路中串入电阻。

图 4-24 所示是单管整流能耗制动控制电路。当停车时，按下停止按钮 SB2，KM1、KT 失电释放，这时 KT 延时断开触点仍然闭合，使制动接触器 KM2 获电动作，电源经制动接触器接到电动机 M。

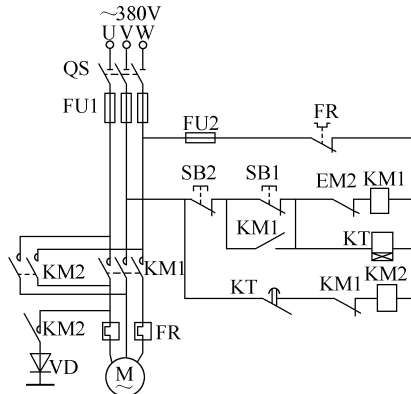


图 4-24 单管整流能耗制动控制电路

机的两相绕组上，另一相经整流管回到零线。达到整定时间后，KT 动合触点断开，KM2 失电释放，制动过程结束。在此过程中，产生与转子转动相反的力矩，从而使转子尽快停止，转子的动能消耗在转子回路中，因此称为能耗制动。

这种制动线路简单，体积小，成本低，常用于 10kW 以下电动机且对制动要求不高的场合。

25. 直流电动机的正反转控制电路

在控制电路中按下 SB2 时，交流接触器 KM1 线圈得电，KM1 的动合主触头 KM1 接通，直流电动机 M 正转；当按下 SB3 时，交流接触器 KM2 线圈得电，KM2 的动合主触头 KM2 接通，电路实现交叉连接，改变电枢回路中的电流流向，直流电动机 M 反转。电路中实现互锁，接通一条支路时，立即切断另一条支路。调节 RP 可以改变电动机的转速。如图 4-25a 所示。对于串励直流电动机的正反转控制，可参考图 4-25a 读者自己分析。

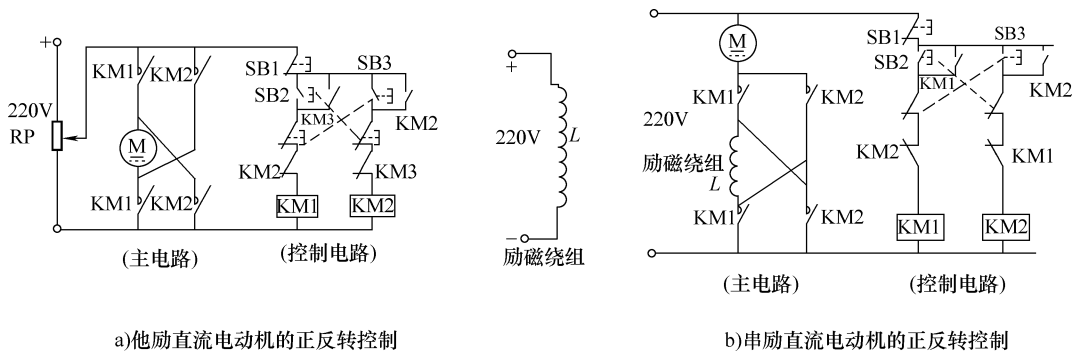


图 4-25 直流电动机的正反转控制电路

26. 直流电动机反接制动电路

图 4-26 所示为直流电动机反接制动电路。制动时，按下停止按钮 SB2，断开动断触头，使 KM1 失电释放，而后接通制动接触器 KM2 电路。KM2 获电动作，将电枢电源反接，电动机电磁转矩成为制动转矩，使电动机转速迅速下降到接近零时，放开停止按钮 SB2，制动过程结束。

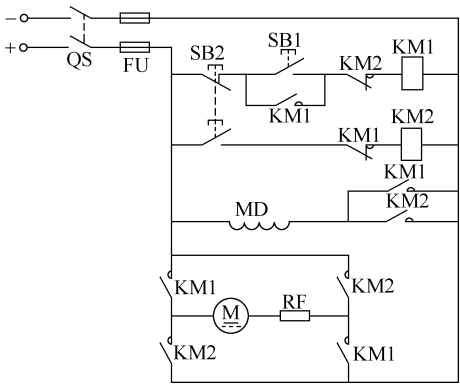


图 4-26 直流电动机反接制动电路

27. 直流电动机能耗制动电路

图 4-27 所示是直流电动机能耗制动电路。制动时，按下停止按钮 SB2，接触器 KM1 失电释放，其动断触头接通，电压继电器 KV 获电动作，其动合触点闭合，使制动接触器 KM2 获电动作，将制动电阻 R 并联在电枢两端，这时因励磁电流方向未变，电动机产生的转矩为制动转矩，使电动机迅速停转。当电枢

反电势低于电压继电器 KV 释放电压时, KV 释放, 使 KM2 失电释放, 制动过程结束。

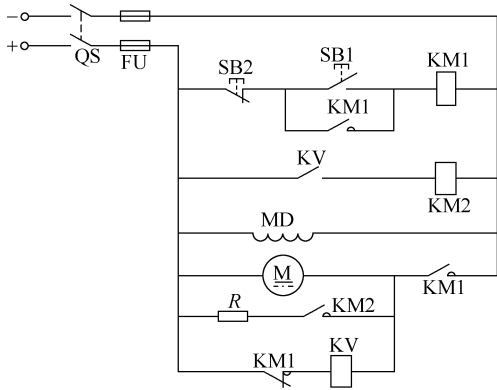


图 4-27 直流电动机能耗制动电路

28. 能发出起停信号的控制电路

一些大型的机械设备, 靠电动机传动的运动部件移动范围很大, 故起动前都需发出起动信号, 经过一段时间再起动电动机, 以便告知工作人员及维修人员远离设备, 如图 4-28 所示线路可实现自动发出起动信号这一功能。

需要起动时, 按下按钮 SB2, 继电器 KA 得电吸合并自锁, 其动合触点闭合, 电铃和灯光均发出起动信号, 此时时间继电器 KT 也同时得电, 经过 1min 后 (时间可根据需要调整), KT 动合触点延时闭合, 接触器 KM 线圈获电, KM 主触头闭合, 动合辅助触头自锁, 电动机 M 开始运转, 同时由于 KM 的吸合, 其动断触头又断开了 KA 和 KT, 电铃和灯泡失电停止工作。

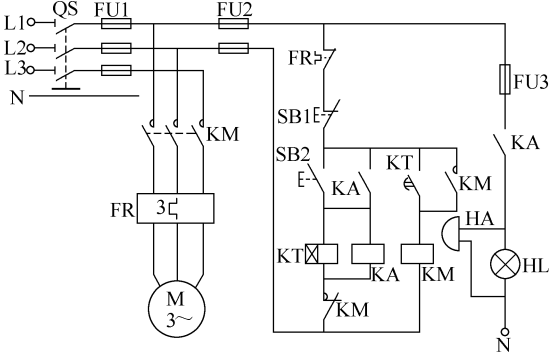


图 4-28 能发出起停信号的控制电路

29. 自动切换的两台电动机按顺序起动、逆序停止电路

电路在控制电气设备起动时, 先起动电动机 M1, 延时自动起动电动机 M2, 而在停止时则相反, 即先停止电动机 M2, 再延时自动停止电动机 M1。自动切换的两台电动机按顺序起动、逆序停止电路如图 4-29 所示。

工作原理是当起动时, 按下起动按钮 SB2, 得电延时时间继电器 KT1 及失电延时时间继电器 KT2 线圈同时得电吸合, 且 KT1 不延时瞬动触点闭合自锁。KT2 失电延时断开的动合触点闭合, 交流接触器 KM1 线圈得电吸合, 其主触点 KM1 闭合, 电动机 M1 起动。

经一定延时后, KT1 延时闭合的动合触点闭合, 交流接触器 KM2 线圈得电吸合, KM2 主触头闭合, 电动机 M2 起动, 实现先起动电动机 M1, 再自动起动电动机 M2。

停止时, 则按下停止按钮 SB1, 此时 KT1、KT2 线圈均失电释放。KT1 得电延时闭合的动合触点恢复常开, KM2 线圈断电释放。

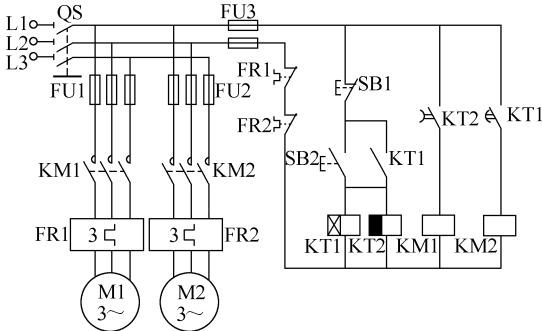


图 4-29 自动切换的两台电动机按顺序起动、逆序停止电路

电动机 M2 停止工作；经一定延时后，KT2 失电延时断开的动合触点恢复常开，KM1 线圈断电释放，电动机 M1 停止工作。完成停止时，先停止电动机 M2 再自动停止电动机 M1。

30. 三相绕线转子异步电动机控制电路

图 4-30 采用时间继电器来控制转子电阻的分断切除，该电路的动作过程为：

(1) 合上 QS，按下 SB1，结果如下：

KM1 线圈有电，触头 (1-3) 闭合，自锁；

KM1 线圈得电→KM1 触头闭合→电动机 M 开始启动 (R_1 、 R_2 串入) 运转；

KM1 (1-5) 触头闭合→KT1 线圈通电→KT1 (1-7) 触头延时闭合。

(2) KM2 线圈得电→KT2 主触头闭合→ R_1 被短接 (切除)

KM2 (1-9) 触头闭合→KT2 线圈通电→KT2 (1-11) 触头延时闭合。

(3) KM3 线圈通电→KM3 主触头闭合→ R_2 被短接 (切除)→启动过程结束。

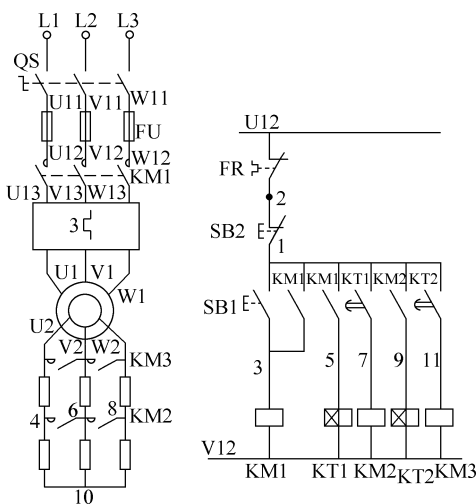


图 4-30 三相绕线转子异步电动机的控制电路

31. 自动延时起动的运行电路

该线路合上电源开关后，电动机并不马上启动，而要延迟一段规定的时间，可用于机床自动间歇润滑控制等。电动机延时开机的间歇运行电路如图 4-31 所示。

当合上电源开关 QS 和手动开关 SA 时，时间继电器 KT1 得电吸合，计时开始。达到 KT1 整定时间后，其延时闭合触点闭合，接触器 KM 得电吸合，电动机启动运转。同时 KT2 也得电吸合，经过一段时间后，KT2 延时闭合触点闭合，使继电器 KA 得电吸合，KA 动断触点断开，KT1 失电释放，其触点断开，KT2、KM、KA 均失电，电动机停转，但手动开关 SA 仍处于闭合状态，于是 KT1 又进入计时状态。当计时时间到达后，KT1 触点闭合，电动机又开始启动运行。以后的运行过程与前述相同，电动机 M 启动停止，周而复始。

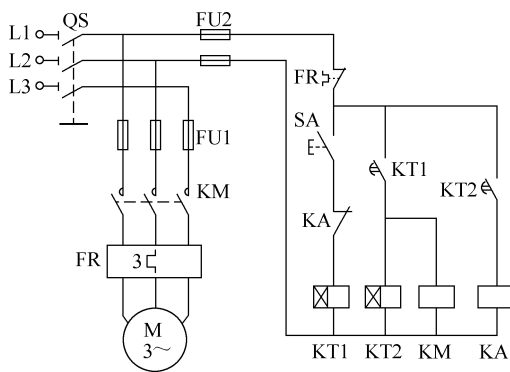


图 4-31 自动延时起动的运行电路

32. 用直流继电器控制的 Y-△减压起动控制电路

通常的 Y-△形起动器是由时间继电器来控制的。时间继电器控制的不足之处在于，不能随负载变化自动调整起动时间。改用直流继电器控制的 Y-△形起动器能根据负荷轻重在一定范围内自动调整起动时间。

直流继电器控制的 Y-△减压起动电路如图 4-32 所示。按下起动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合，与此同时接触器 KM2 也得电吸合并自锁，KM1 和 KM2 主触头闭合，电动机接成 Y 形减压起动。直流继电器 KI 受起动电流影响也随即吸合，其一组常开触点闭合保证 KM1 吸合，另一组动合触点闭合使时间继电器 KT 得电吸合。当电流降到额定值后，KI 失电释放，KM1 随即释放。KM1 动断触头断开，使接触器 KM3 得电吸合，电动机接成 △ 形在全压下运行，停止时只要按下停止按钮 SB1 即可。

KT 延时断开触点的作用是保证当 KI 因故障不能释放时，将 KM1 断开，其时限整定必须大于电动机最长起动时间。

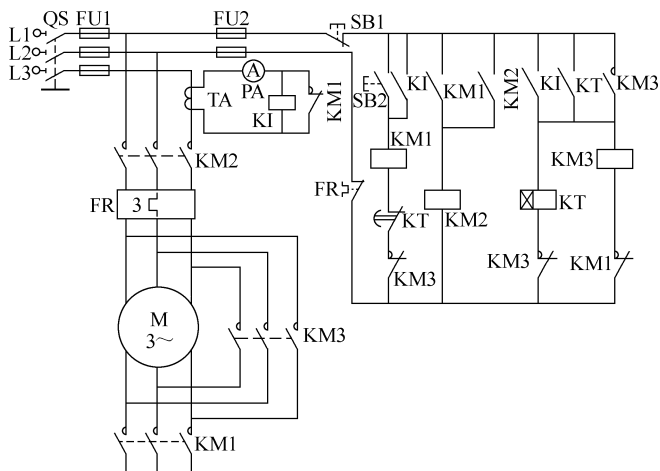


图 4-32 用直流继电器控制的 Y-Δ减压起动控制电路

33. 防止两地误操作的控制电路

采用如图 4-33 所示电路，可以防止两地误操作。需要启动时，位于甲地的操作人员按住起动按钮 SB2，这时只能使安装在乙地的蜂鸣器 HA2 得电鸣响，待位于乙地的操作人员听到铃声按下起动按钮 SB3 后，使安装在甲地的蜂鸣器 HA1 得电鸣响，接触器 KM 才能得电吸合并自锁，其主触头闭合，电动机 M 才能起动，与此同时，KM 的动断触头断开，使 HA1、HA2 失电。需要停车时，甲地的操作人员可以按下 SB1，乙地的操作人员可以按下 SB4。

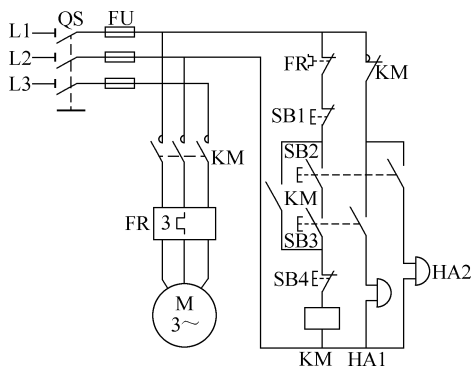


图 4-33 防止两地误操作控制电路

34. 间歇控制电路

在生产中，根据工艺的需要，电动机要时停时转，称间歇控制。图 4-34 所示电路可以实现这种控制方式。

合上电源开关 QS 和手动开关 SA，交流接触器 KM1 和时间继电器 KT1 得电吸合，KM 主触头闭合，电动机 M 起动运行。当运行一段时间（由 KT1 时间继电器确定）之后，KT1 延时闭合的触点闭合，接通继电器 KA 和时间继电器 KT2 电路，KA 动断触点断开，KM 失电，电动机 M 停止工作。经过一段时间之后，KT2 延时断开的触点断开，使继电器 KA 断电释放，中间继电器 KA 的动断触点闭合，再次接通 KM 线圈电路，电动机重新起动运行。

按钮开关 SB 可在电动机停转期间随时点动控制电动机。

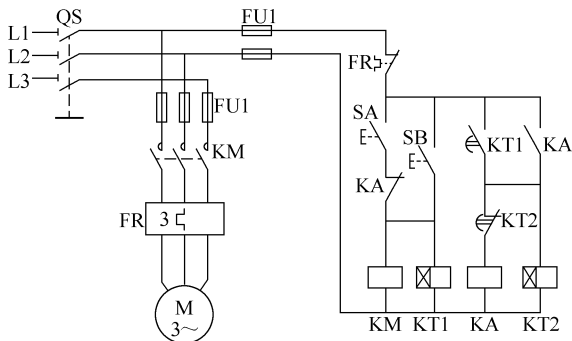


图 4-34 间歇控制电路

35. 电动阀门电动机控制电路

电动阀门控制线路由以下三部分组成：主线路、控制线路以及能耗制动线路。主线路包括电源开关 QF，三相交流接触器 KM1、KM2 的主触头，热继电器 FR 的元件和三相交流电动机 M 等。控制电路包括控制按钮 SB1~SB5，交流接触器 KM1~KM3 的线圈及它们的辅助触头，电源变压器 T1、T2，信号指示灯 HL1~HL4，闪光开关 S1、S2，状态选择开关 SA1、SA2 以及位置开关 SQ1、SQ2 等。能耗制动线路包

括桥式整流器 UC、限流电位器 RP、储能电容 C 以及交流接触器 KM3 的主触头等。电动阀门电动机控制电路如图 4-35 所示。

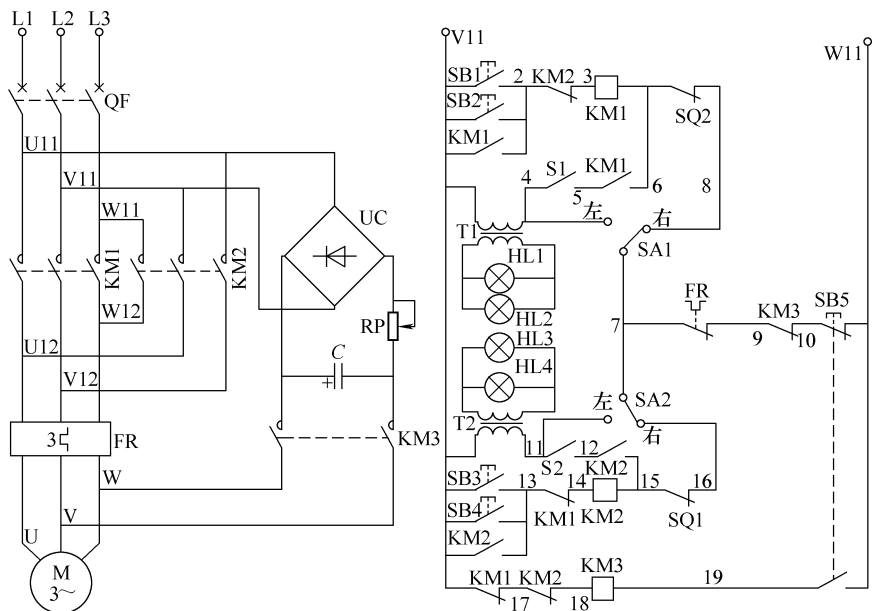


图 4-35 电动阀门电动机控制电路

当线路处于热备用状态时，可以通过选择 SA1、SA2 的开关位置确定主线路受控或不受控。当 SA1 (SA2) 位于左边时，KM1 (KM2) 的线圈退出运行；当 SA1 (SA2) 位于右边时，KM1 (KM2) 的线圈投入运行。当 SA1 (SA2) 位于左边时，信号指示灯点亮，操作人员或检修人员可以利用这一档检查控制电路是否得电；当 SA1 (SA2) 位于右边时，信号指示灯不亮，只有在起动阀门电动机后，信号指示灯 HL1、HL2 (HL3、HL4) 才会闪烁发光。合上电源开关 QF，将选择开关 SA1 置于右边，按下 SB1 (或 SB2)，电流依次经过 V11→SB1 (或 SB2)→KM2 的触头 (2-3)→KM1 线圈→SQ2→SA1→FR 的触头 (7-9)→KM3 的触头 (9-10)→SB5→W11，KM1 线圈得电动作并自锁，阀门电动机旋转，打开阀门。在 KM1 的触头 (5-6) 接通后，闪光开关 S1 工作，红灯 HL1 和绿灯 HL2 用作闪光指示。当阀门开到极限位置时，SQ2 断开，KM1 的线圈失电，其主触头复位，阀门电动机的电源被断开，阀门电动机停止工作。

将选择开关 SA2 置于右边，按下 SB3 (或 SB4)，电流依次经过 V11→SB3 (或 SB4)→KM1 的触头 (13-14)→KM2 线圈→SQ1→SA2→FR 的触头 (7-9)→KM3 的触头 (9-10)→SB5→W11，KM2 线圈得电吸合并自锁，阀门电动机旋转，关闭阀门。在 KM2 的触头 (12-15) 接通后，闪光开关 S2 工作，红灯 HL3 和绿灯 HL4 作闪光指示。当阀门关到极限位置时，位置开关 SQ1 断开，KM2 的线圈失电，其主触头复位，阀门电动机的电源被断开。

在阀门开起或关闭过程中，可随时按下停机按钮 SB5，其动断触头断开，使 KM1 或 KM2 的线圈失电释放，电动机失电。同时，SB5 的动合触头 (19-W11) 闭合，KM3 线圈得电吸合，其触头 (9-10) 断开，防止 KM1 或 KM2 误动作，KM3 的主触头闭合，使桥式整流器的输出和电容的储能同时作用于电动机的绕组，产生制动力矩，使电动机瞬时停转。这样，可以使阀门准确无误地按要求停到指定的位置。

图 4-35 中电位器 RP 起限流作用，通过调整 RP 可获得制动电流，通常能耗制动电流取 4.5A。图 4-35 中电解电容可按照阀门电动机的功率选用，如果阀门电动机的功率在 2kW 以下，可选用 100~2001μF 的电容器；如果阀门电动机的功率在 2~5.5kW 之间，可选用 400μF 左右的电容。电容的耐压在 600V 以上。

36. 电动机多重联锁可逆电路

通常正反转起动电路均采用双重互锁保护，即：按钮互锁、交流接触器动断触头互锁。本电路具有三重互锁保护，即：按钮互锁、交流接触器动断触头互锁、失电延时时间继电器断电延时闭合的动断触点互

锁。该电路互锁程度极高，具有三重互锁保护作用，如图 4-36 所示。

正转起动时，按下正转起动按钮 SB2，此时 SB2 动断触头断开反转交流接触器 KM2 线圈回路，起到互锁保护作用，同时 SB2 动合触头闭合，交流接触器 KM1、失电延时时间继电器 KT1 线圈同时得电吸合。这时 KM1 主触头闭合，电动机 M 正转起动运行；KM1 动断触头、KT1 延时闭合的动断触点均断开，使 KM2 线圈回路同时三处断开，从而起到可靠的互锁保护。

当需要反转时，按下反转起动按钮 SB3，此时，正转回路交流接触器 KM1 线圈断电释放，电动机 M 停止正转，但 KT1 失电延时几秒后它的动断触点才能恢复闭合，即使按下反转起动按钮也不能反转起动，必须按动反转起动按钮 2s 后（设定时间可任意调整），反转才能起动，从而真正起到互锁保护作用。

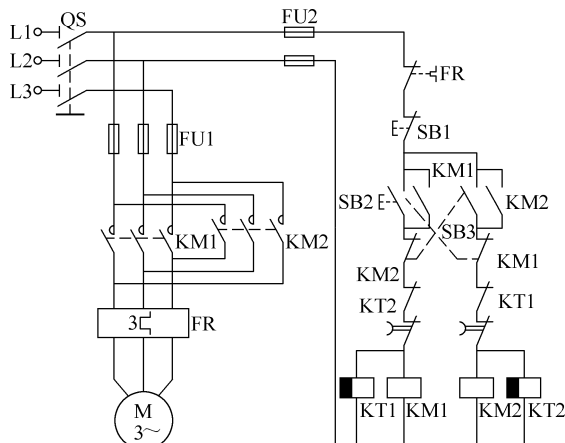


图 4-36 电动机多重联锁可逆电路

37. 长时间停电来电告知自动起动控制电路

电动机长时间停电来电后自动再起电路如图 4-37 所示。正常起动时，合上开关 SA，电源经中间继电器 KA 的动断触点使通电延时时间继电器 KT 得电吸合，经延时，其延时闭合的动合触点闭合，使接触器 KM 得电吸合，其主触头闭合，起动电动机，其辅助触头闭合自锁，另一辅助触头闭合，使 KA 得电吸合。KA 的动断触点断开，使 KT 失电释放，切除时间继电器。

若电动机运转时出现停电情况，则 KM 失电释放，其主触头断开，电动机停转，其辅助触头也断开。KA 失电释放，其动断触点复位闭合，即整个电路除 SA 外其他部分均恢复到原来的静止状态。

无论停电时间多长，只要下次来电，时间继电器 KT 就能得电吸合，经延时，其延时触点闭合，使 KM 得电吸合并自锁，电动机起动运转。显然，再来电后，电动机相当于一次正常起动的自起动。

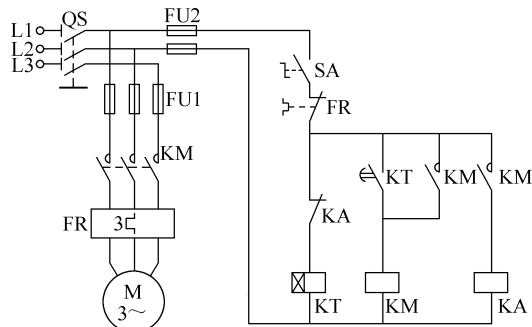


图 4-37 长时间停电来电告知自动起动控制电路

38. 短时间停电来电告知自动起动控制电路

本电路所控制的电动机，在电路停电时间小于设定时间的情况下，可以实现自动快速再起动。当电路停电时间超出设定时间后重新来电时，则电动机无法再自动起动，同时电铃发声报警，告知操作者进行处理。带有报警装置的电动机短暂停电来电后自动再起电路如图 4-38 所示。

在按下起动按钮 SB2 时，交流接触器 KM 线圈得电吸合。KM 的主触头闭合，电动机 M 起动运转；KM 的辅助动合触头闭合，使中间继电器 KA1 和时间继电器 KT 线圈同时得电吸合，且 KA1 的动合触点闭合自锁，KT 延时断开的动合触点闭合，使 KM 自锁，电动机 M 正常运转。同

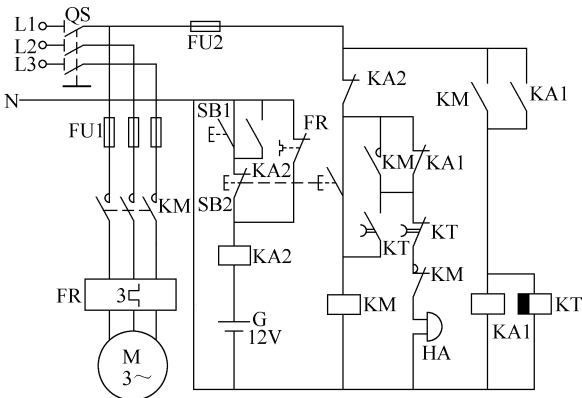


图 4-38 短时间停电来电告知自动起动控制电路

时, KA1 的动断触点断开, 为电路跳闸停电后恢复供电重新自动起动电动机 M 做准备。

当电路跳闸停电时, KM、KA1、KT 线圈同时断电释放, M 停止工作。由于 KA1 的释放, 并联在 KM 自锁动合触头上的动断触点 KA1 恢复常闭状态; 同时 KT 的失电延时断开触点延时断开, 假如在 KT 延时时间内 (整定为 3min) 供电恢复正常, KM 则通过小型灵敏继电器 KA2 (JRX-B-44 型) 的动断触头、KA1 的动断触头、KT 的延时断开的触点形成回路而自动吸合, 使电动机 M 立即起动运转。在正常停止时, 按下停止按钮 SB1, KA2 线圈得电吸合并自锁。KA2 的动断触点断开, 切断了 KM 线圈回路电源, KM 断电释放, KM 的主触头断开, 使 M 断电停止运转。当 M 出现过载时, 热继电器 FR 动作, 其动合触点闭合, 使 KA2 立即得电吸合, 同样切断 KM 线圈回路, KM 断电释放, M 停止运转, 如果 FR 动作后没有复位, 控制回路将无法重新起动工作, 必须在故障排除后或 FR 自动复位后, 方可重新起动。

如机器在运转过程中, 电路停电时间超出设定时间后重新来电, 则电动机 M 也无法再自动起动, 同时使电铃 HA 回路接通报警, 告知操作者进行处理。按下 SB1, 报警解除。

39. XJ01 型自动起动补偿控制电路

工矿、企业、乡镇工厂在需要自动控制起动的场合, 常采用 XJ01 型自动起动补偿器, 主要由自耦变压器、交流接触器、中间继电器、时间继电器和控制按钮等组成。

XJ01 型自动起动补偿器电路如图 4-39 所示。接通电源, 灯 EL1 亮, 按下起动按钮 SB1, KM1 线圈得电, KM1 主触头闭合, 电动机减压起动。KM1 闭合自锁, 灯 EL2 亮。KM1 动断触头断开, 灯 EL1 灭, KT 得电, 其动合触点延时闭合, KA 线圈获电, KA 动断触点断开, KM1 断电, KM1 动合触头断开。同时 KA 动合触点闭合, KM2 线圈得电, KM2 主触头闭合, 电动机全压运行, KM2 动合触头闭合, 灯 EL3 亮。

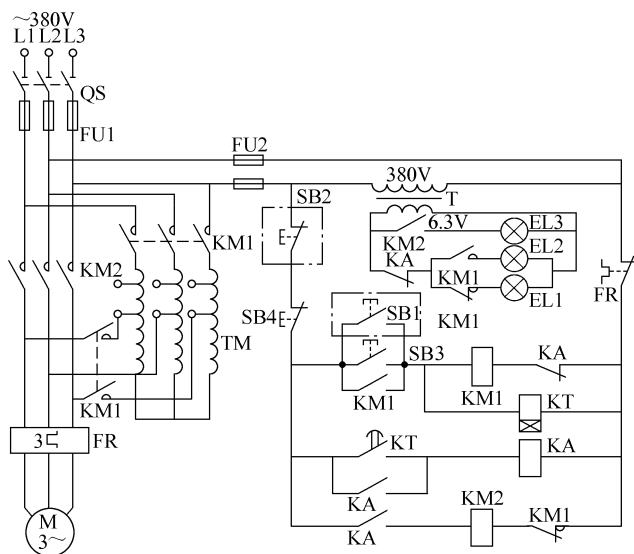


图 4-39 XJ01 型自动起动补偿控制电路

40. 晶闸管 SMC 无触点减压起动电路

SMC 无触点减压起动电路由主电路和控制电路等所组成。主电路包括电源控制开关 QF、SMC-1 调压器、热继电器 FR 和三相交流电动机 M1 等。控制电路包括控制变压器 TC，控制按钮 SB1、SB2，冷却电动机 M2，控制器 SMC-2 以及热继电器 FR 的触点等。晶闸管 SMC 无触点减压起动电路如图 4-40 所示。

SMC 控制器采用晶闸管调压, 并在设备中自带起停控制器, 其电压调节范围是 200~600V, 频率为 50Hz, 电流为 1~97A 的 SMC 控制器可以带软停止接口, 它还可以选用一个保护模块, 内含压敏电阻, 可防止晶闸管受浪涌电压的冲击。这些部件和按接插件与 SMC 控制器组装在一起。SMC 控制器有以下三种起动方式可供选择: 软起动、限流起动及全压起动。

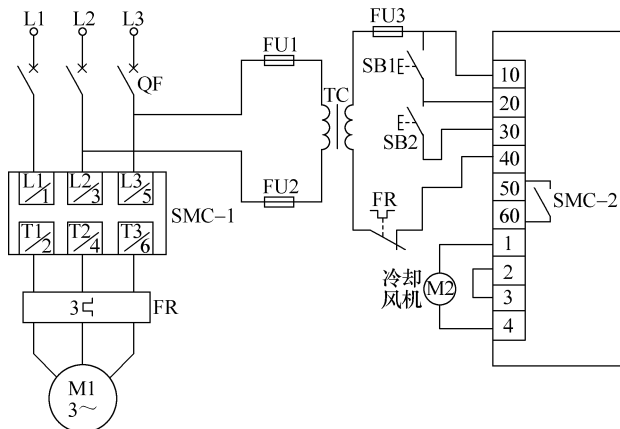


图 4-40 晶闸管 SMC 无触点减压起动电路

SMC 控制器在起动过程中, 没有导通部分会产生无用的热量, 其下部所带散热片要求垂直安装。68A 及 97A 的控制器应安装风机, 风量不小于 $1.64 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{min}$ 。冷却风机可接在端子板的 1、4 端子上, 并且将 2、3 端子短接。SMC 安装的控制箱, 上部应开通百叶窗, 其净面积不得小于 140 cm^2 。

合上电源开关 QF, 控制变压器得电, 其二次 (侧) 向 SMC-2 供电, 电路进入热备用状态。起动时, 按下按钮 SB2, 触头 (50-60) 闭合, 冷却风机起动运行。同时, SMC-1 受控, 向电动机提供电源, 电动机得电平稳起动, 并逐步进入额定工况。停机时, 按下按钮 SB1, SMC-2 发出停机指令, SMC-1 受控, 电子调压器截止, 电动机失电停止工作。

41. 伺服电动机控制电路

图 4-41 中伺服电动机的控制电压由单片机输出后送入 0832 进行 D/A 转换, 转换后的模拟量经放大和电平转换送入 PWM 功放电路, 产生的 PWM 波驱动电动机旋转。

采用测速发电机对电动机的转速进行测量, 经放大后送入 0809 进行 A/D 转换, 转换后送入单片机; 电动机的转角位移由 9 位绝对式光电编码器直接送入 8751 的端口, 进行位置反馈。控制系统中的速度调节器和位置调节器将由 8751 的应用程序来完成。

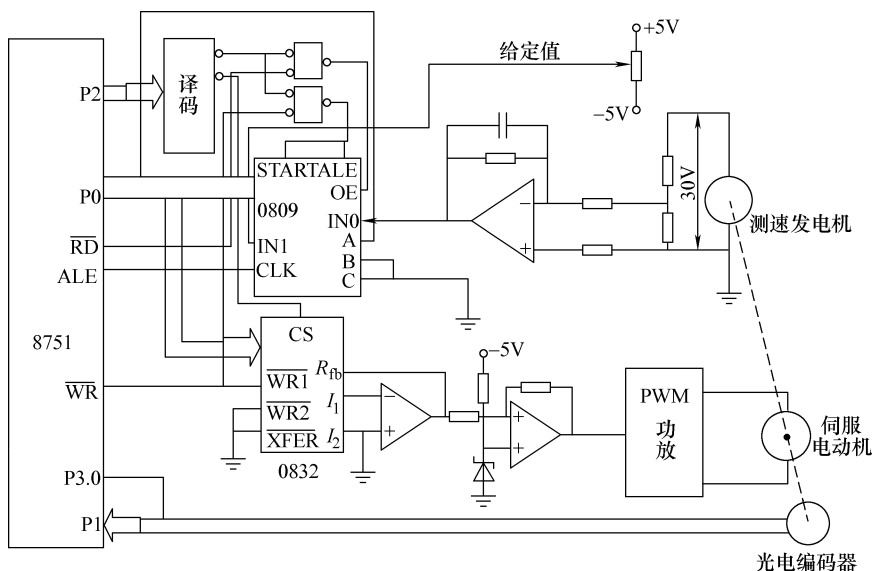


图 4-41 伺服电动机控制电路

42. 步进电动机控制电路

本机使用 FD-CAS-923 1 步进电动机控制实验板, 采用 4 相步进电动机, 它的原理图如图 4-42a 所示, JK1 插头为 40 芯扁平电缆插头, 信号排列与 EICE51 仿真接口兼容, 可以直接与 EICE51 的仿真口相连, +5V 电源由 EICE51 提供, +12V 电源通过 JK1 插头外接。

1) 根据步进电动机工作原理, 使用 8031 P1.4~7 分别驱动连到步进电动机 A、B、C、D 相, 用软件控制 P1 口输出脉冲序列, 控制步进电动机转速、方向、步距。同时为能观察步进电动机旋转状态, 在 A、B、C、D 相输出安装状态指示灯。

2) 步进电动机驱动电路中 $R_5 \sim R_8$ 为限流电阻, 用来限制线圈中的电流值, 二极管 VD1~VD4 在晶体管截止时形成线圈电流的回流回路, 亦称为回流二极管, 选择时应考虑电源电压及线圈电流。VT1~VT4 为开关晶体管。

控制过程原理如下。

步进电动机的运转是由脉冲信号控制的, 传统方法是采用数字逻辑电路——环形脉冲分配器控制步进电动机的步进。图 4-42b 为控制过程波形图。

(1) 运转方向控制 步进电动机以三相六拍方式工作, 若按 $A \rightarrow AB \rightarrow B \rightarrow BC \rightarrow C \rightarrow CA \rightarrow A$ 次序通电为正转, 若按 $A \rightarrow AC \rightarrow C \rightarrow CB \rightarrow B \rightarrow BA \rightarrow A$ 次序通电为反转。

(2) 运转速度的控制 从图 4-42b 中可以看出, 当改变 CP 脉冲的周期时, ABC 三相绕组高低电平的宽度将发生变化, 这就导致通电和断电的变化引起速率变化, 使电动机转速改变, 所以调节 CP 脉冲的周期就可以控制步进电动机的运转速度。

(3) 旋转的角度控制 因为每输入一个 CP 脉冲使步进电动机三相绕组状态变化一次, 并相应地旋转一个角度, 所以步进电动机旋转的角度由输入的 CP 脉冲数确定。

本机采用 8031 单片机控制步进电动机的运转, 按三相六拍方式在 P1 口输出控制代码, 令其正转或反转。因此 P1 口输出代码的变化周期 T 控制了电动机的运转速度:

$$n = 60 / TN$$

式中 n ——步进电动机的转速 (r/min);

N ——步进电动机旋转一周需输出的字节数;

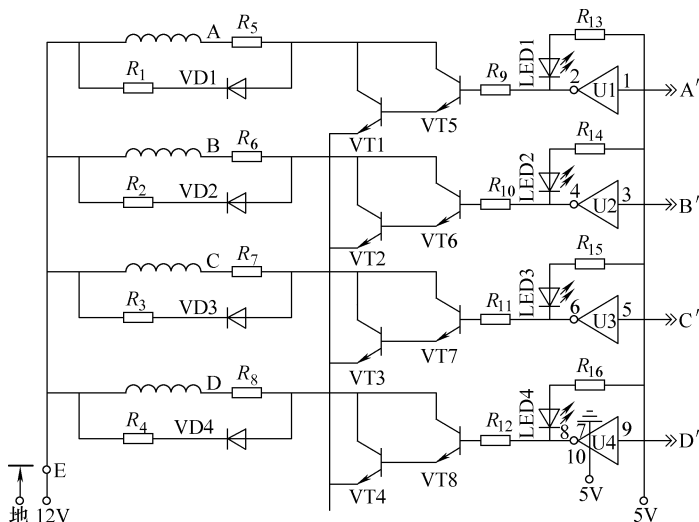
T ——代码字节的输出变化周期。

设 $N = 360^\circ / 3^\circ = 120$, $T = 2.083\text{ms}$, 则步进电动机的转速为 240r/min 。控制 P1 口输出的代码字节个数即控制了步进电动机的旋转角度。

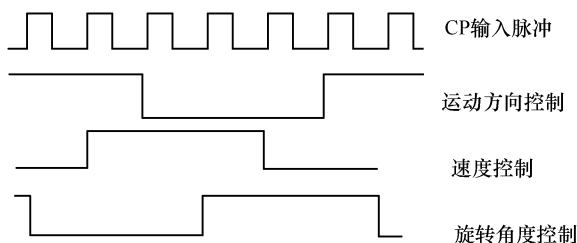
43. 同步电动机异步起动电路

同步电动机正常运行时, 转子是以同步转速旋转的, 这时转子磁场和定子磁场处于相对静止的状态, 它们相互作用能够产生恒定方向和恒定大小的电磁转矩。但是在起动时, 情况就完全不一样, 事实上, 同步电动机如果不采取其他措施, 其本身是没有起动转矩的。

如图 4-43 所示, 先在同步电动机励磁回路内串联一个约 10 倍于励磁绕组电阻的附加电阻 R , 然后合上开关 QS2 至 1 位, 将它们构成闭合回路; 合上开关 QS1 给定子绕组通入三相交流电, 则同步电动机将在起动绕组作用下异步起动, 转速逐渐上升。当转速上升到接近于同步转速 (约 $0.95n$) 时, 迅速将开关 QS2 由 1 位合至 2 位, 给转子通入直流电流励磁, 依靠定子旋转磁场与转子磁极之间的吸引力, 将同步电动机牵入同步速度运行。转子到达同步转速后, 转子导体与旋转磁场之间就处于相对静止的状态, 鼠笼起动绕组中再没有电流流过, 于是起动绕组就失去了作用, 起动过程也就随之结束。



a) 电路



b) 控制过程波形图

图 4-42 步进电动机控制电路

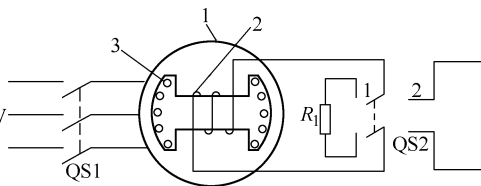


图 4-43 同步电动机异步起动电路

1—同步电动机 2—同步电动机励磁绕组
3—笼型起动绕组

异步起动时，同步电动机的励磁绕组切忌开路。因为刚起动时，定子旋转磁场相对转子的速度很大，而励磁绕组的匝数又很多，因此将会在励磁绕组中感应出很高的电动势，可能会破坏励磁绕组绝缘，造成人身安全事故。但也不能将励磁绕组直接短路，否则可能会使同步电动机的转速无法上升到接近同步转速，使同步电动机不能正常起动。

44. 固定电源相序的控制电路

在采用三相 380V、50Hz 电源供电的电动机电气电路中设置三相电源相序保护电路，可以防止当电源相序接错时电动机由于运转方向相反而造成的机械损坏或生产事故。

固定三相电源相序的电动机控制电路如图 4-44 所示。

三相电源 L1 相和 L2 相上分别接有电阻 R_1 和电容 C_1 ，公共端为 0。L3 相上接有电阻 R_2 与桥式整流器 UC 串联电路，然后也交汇于公共端 0。桥式整流器 UC 的直流输出电压经稳压二极管 VS，给继电器 KA 的线圈供电，电容 C_2 起平滑线圈上直流电压的作用。压敏电阻 RV 正常情况下不导通，当桥式整流器 UC 输出端出现过电压时，RV 导通，吸收过电压，以保护稳压管 VS、继电器 KA 和电容 C_2 不损坏，从而确保继电器 KA 不产生误动作。

当三相电源 L1、L2、L3 为正向相序时，继电器 KA 上的电压约为 23V，KA 得电吸合，其动合触点闭合，接通控制电路电源，可以起动电动机。

当三相电源 L1、L2 和 L3 相序接错时，继电器 KA 上的电压约为 5V，不能得电吸合，其动合触点保持断开，不能接通控制电路电源，不能起动电动机。

该相序保护电路兼备断相保护功能。当 L3 相断相时，桥式整流器 UC 将无输入交流电压，也就没有直流电压输出，继电器 KA 无电，其动合触点仍保持断开。

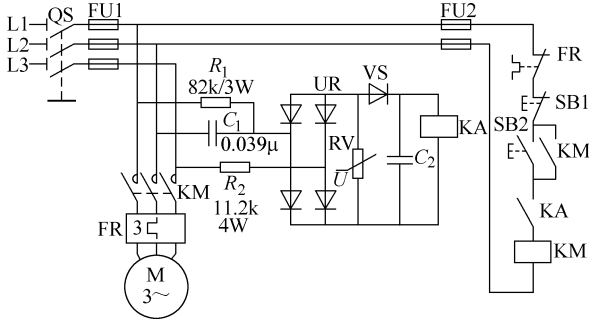


图 4-44 固定电源相序的控制电路

45. 自耦变压器减压起动控制电路

自耦变压器减压起动电路如图 4-45 所示。

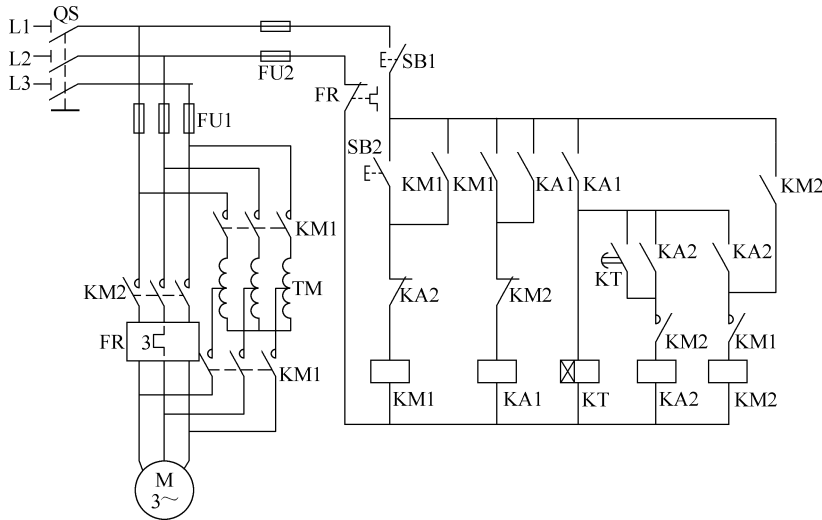


图 4-45 自耦变压器减压控制电路

合上电源开关 QS，按下起动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，其主触头闭合，将自耦变压器

TM 接在电源与电动机之间,电动机减压起动。KM1 的辅助动断触头断开,保证 KM2 不能得电;KM1 的辅助动合触头闭合,使中间继电器 KA1 得电吸合并自锁。KA1 的动合触点闭合,使通电延时时间继电器 KT 得电吸合。

当电动机转速接近其额定转速时,KT 的延时闭合的动合触点闭合,使中间继电器 KA2 得电吸合并自锁。KA2 的动合触点闭合,为 KM2 得电作准备。KA2 的动断触点断开,使接触器 KM1 失电释放。KM1 的主触头断开,切断电动机的电源,KM1 的动断触头复位闭合,使 KM2 得电吸合并自锁,电动机脱离自耦变压器,经 KM2 的主触头在全压下正常运行。

46. 电动机准确定位控制电路

电路如图 4-46 所示。主电路单方向使电动机运转,采用桥式全波整流,提供直流进行能耗制动,限位开关 SQ 控制电动机在预定位置断电,准确定位后停止,并进行能耗制动。FR 热继电器起过载保护作用。

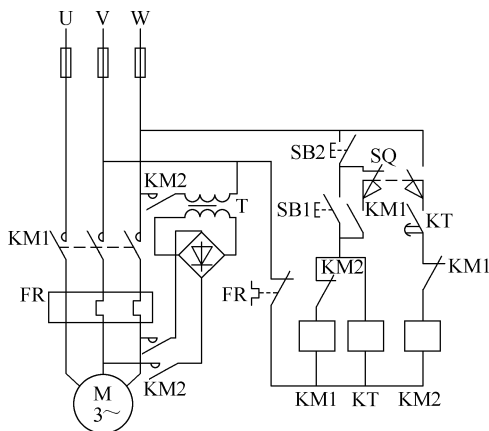


图 4-46 电动机准确定位控制电路

47. Δ -Y 转换双速电动机控制电路

控制电路如图 4-47 所示。工作原理如下：

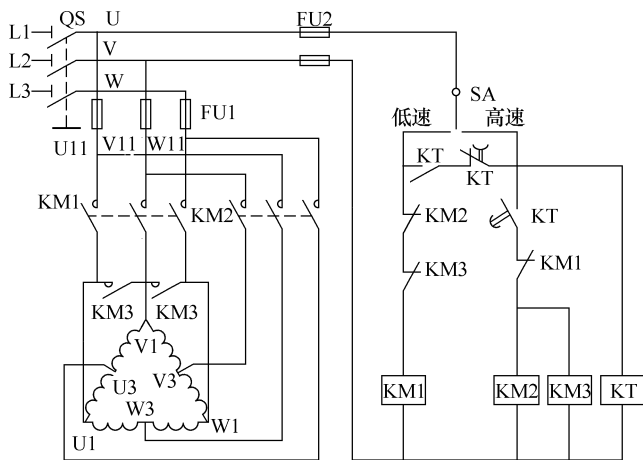


图 4-47 Δ -Y 转换双速电动机控制电路

(1) 低速运行 将开关 SA 扳向“低速位置”，接触器 KM1 获电动作，电动机定子绕组 U1、V1、W1 出线端与电源连接，电动机定子绕组接成三角形，低速运行。

(2) 高速运行 将开关 SA 扳向“高速”位置，时间继电器 KT 线圈获电，KT 瞬动触点闭合，KM1

线圈获电, KM1 动断触头断开, KM1 主触头闭合, 电动机绕组首先接成三角形低速起动。经过 KT 一定的延时, 时间继电器 KT 的动断触点断开, 动合触点闭合, 接触器 KM1 线圈断电释放, 接触器 KM2、KM3 线圈获电动作, 使电动机定子绕组被接触器 KM2、KM3 主触头换接成双星形, 以高速运转。

48. 直流电动机串电阻起动电路

图 4-48 是用时间继电器来自动控制他励直流电动机两级串电阻起动控制电路。其工作原理如下:

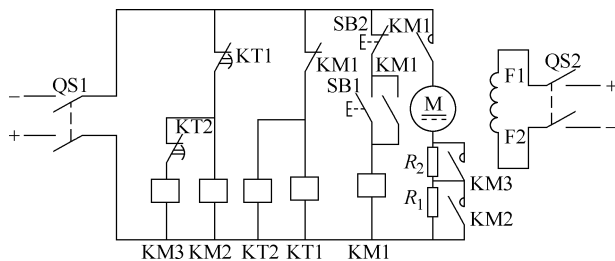


图 4-48 直流电动机串电阻起动电路

首先合上开关 QS2、QS1，励磁绕组 F1、F2 获电励磁，与此同时，时间继电器 KT1 和 KT2 的线圈也同时获电，它们的动断触点瞬时断开，使接触器 KM2、KM3 的线圈断电，于是并联在起动电阻 R_1 和 R_2 上的接触器动合触头 KM2 和 KM3 处于断开状态，从而保证了电动机在起动电阻全部串入电枢回路中后，电动机才能起动。

按下起动按钮 SB1, 接触器 KM1 线圈获电动作, 接通电枢回路, 并自锁。电动机在串入全部起动电阻情况下减压起动。同时由于 KM1 的动断触头断开, 使时间继电器 KT1 和 KT2 线圈断电并延时释放, 其中的 KT1 动断触点经过一定的延时时间, 先延时闭合, 接触器 KM2 线圈获电, 其动合触头闭合, 将起动电阻 R_1 短接, 然后 KT2 动断触点适时闭合将电阻 R_2 短接, 电动机起动完毕, 投入正常运转。

第 5 章 仪表测量电路

1. 钳形电流表电路

用电流表测量电路中的电流时，需断开电路将其串联在电路中，才能进行测量。而钳形电流表在无需断开电路的情况下，就可以直接测量线路中的电流。如图 5-1 所示是钳形电流表的外形和电路。

(1) 钳形电流表结构原理 钳形电流表的主要部件是一个穿心式电流互感器。测量时，将钳形电流表的磁铁套在被测导线上，形成 1 匝的一次线圈，根据电磁感应原理，二次线圈中便会产生感应电流，与二次线圈相连的电流表指针便会发生偏转，指示出线路中电流的数值。

(2) 钳形电流表的使用方法

1) 调零位：在测量电流前，看表针是否指向零位，若未指零，应用小螺钉旋具调整表头上的调零螺栓使表针指向零位，以提高读数准确度。

2) 选择档位：使用钳形电流表时要正确选择档位。测量前应估计被测电流的大小，选择合适量程，不可用小量程档去测大电流。

测量使用时，将量程开关转到合适位置，手持胶木手柄，用食指勾紧铁心开关，便可打开铁心，将被测导线从铁心缺口引入到铁心中央。然后，放松勾紧铁心开关的食指，铁心自动闭合，被测导线的电流就在铁心中产生交变磁力线，表上便有感应电流，可以直接读数。

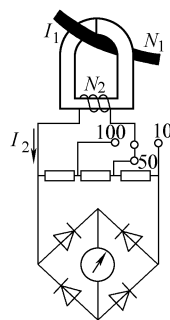
2. 绝缘电阻表电路

绝缘电阻表又称兆欧表，其阻值在兆欧级。主要用来测量电动机、电器电路的绝缘电阻，判断设备或电路有无漏电现象，绝缘是否损坏或短路。

绝缘电阻表主要组成部分是一个磁电式电流比计和一只作为测量电源的手摇高压直流发电机。绝缘电阻表的外形如图 5-2a 所示。绝缘电阻表电路如图 5-2b 所示。

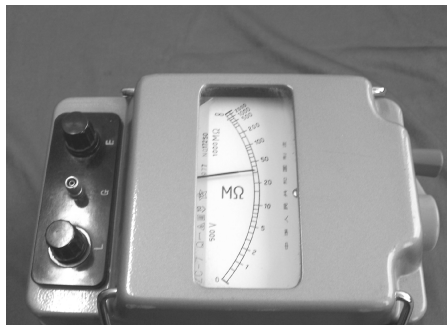


a) 钳形电流表外形

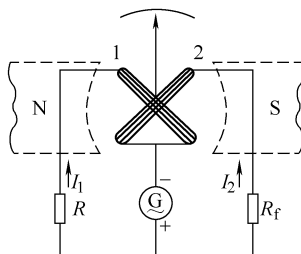


b) 电路

图 5-1 钳形电流表



a) 绝缘电阻表的外形



b) 绝缘电阻表电路

图 5-2 绝缘电阻表

3. 电能表电路

电能表是用来计量用电设备消耗电能的仪表，分为单相电能表 and 三相电能表，准确度一般为 2.0 级，也有 1.0 级的高精度电能表。

本节主要介绍单相电能表的结构原理和测量方法。

单相电能表的种类、规格及选用：单相电能表可以分为感应式单相电能表和电子式电能表两种。目前，家庭大多数用的是感应式单相电能表（见图 5-3）。

感应式单相电能表有十几种型号，但使用的方法及工作原理基本相同。其常用额定电流有 2.5A、5A、10A、15A 和 20A 等规格。常见单相电能表与所带负载的对应参数见表 5-1。

表 5-1 单相电能表与所带负载的对应参数

电能表安数/A	2.5	5	10	15	20
负载总瓦数/W	550	1100	2200	3300	4400

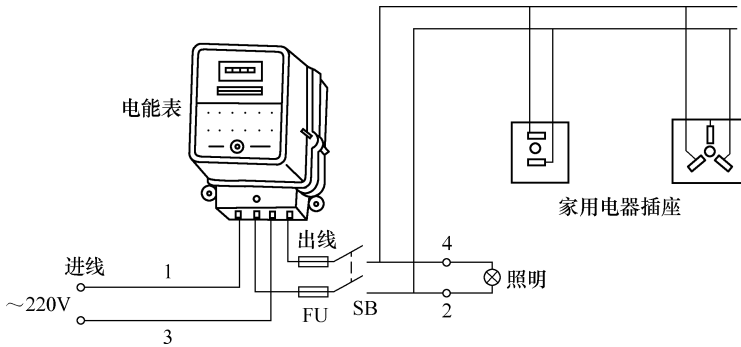


图 5-3 电能表电路

4. MF-52 型指针式万用表电路

万用表是一种多用途的便携式测量仪表，它具有测量范围广、使用方便、体积小、易携带等优点。

万用表是利用磁电式测量机构（表头）和测量电路通过转换开关来实现各种测量的。万用表的表头是万用表的核心，它是一块高灵敏磁电式电流表，一般只能通过几微安到几百微安的电流，达到满刻度偏转。满刻度电流越小，表头灵敏度越高。万用表都通过转换开关来实现多种测量功能，来达到降压、分流、整流等目的，以测量不同的电学物理量。

万用表是电工常用测量仪表工具，其内部结构由直流电流表、电容、电阻、二极管、开关、电池等组成。如图 5-4 所示是一种典型的袖珍式万用表电路。它有直流电流测量档、交直流电压测量档、直流电阻测量档、晶体管 hFE 测定。hFE 测量方法如下：把开关转到 $R \times 1k$ 档上，将测试棒短路，调好欧姆零位，再把开关转到 hFE 档，把晶体管 e、b、c 三极插入万用表相对应的 e、b、c 插孔内，在 hFE 刻度线上可读出 hFE 的值。在使用万用表时应注意以下几点。

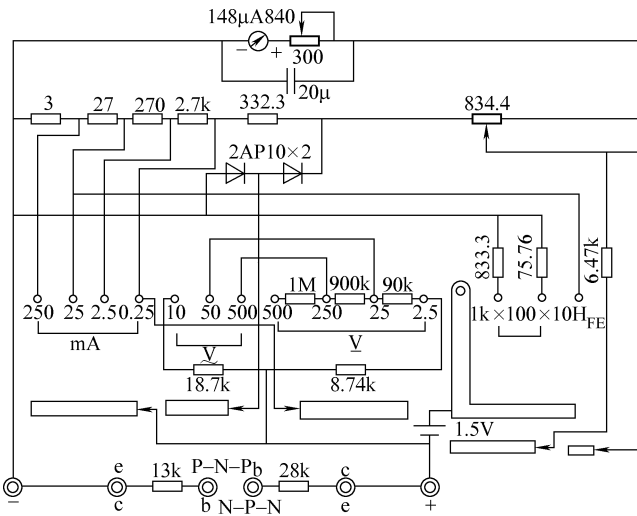
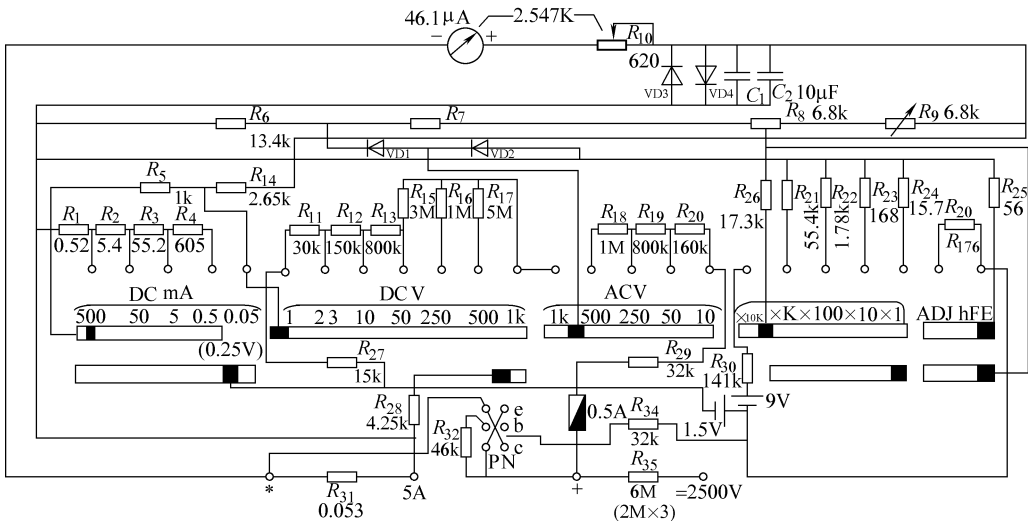


图 5-4 MF-52 型指针式万用表电路

- 1) 用直流电阻档时，首先要调整“Ω”旋钮，使两表笔在短接时，指针指向零位，然后将测试棒分开去测被测电阻的两端，即可测出被测电阻的阻值，电阻的读数在第一条刻度线上读出，并须乘上该档的倍率。
- 2) 万用表在测试晶体管 hFE 时，把开关转到 $R \times 1k$ 档上，将测试棒短路，调好欧姆零位，再把开关转到 hFE 档上，将晶体管 e、b、c 三极插入万用表相应的 e、b、c 插座内，在 hFE 刻度线上即可读出 hFE 的大小，PNP 管看第三条刻度线，NPN 管看第四条刻度线（hFE 仅供小功率管测定）。



a)MF-47型指针式万用表外形图



b)MF-47型万用表电路

图 5-6 MF-47 型万用表电路

MF-47 型万用表是设计新颖的磁电系整流式便携式多量限万用电表。可供测量直流电流、交直流电压、直流电阻等，具有 26 个基本量程和电平、电容、电感、晶体管直流参数等 7 个附加参考量程，是量限多、分档细、灵敏度高、体积轻巧、性能稳定、过载保护可靠、读数清晰、使用方便，适合于电子仪器、无线电电信、电工、工厂、实验室等广泛使用的万用电表。

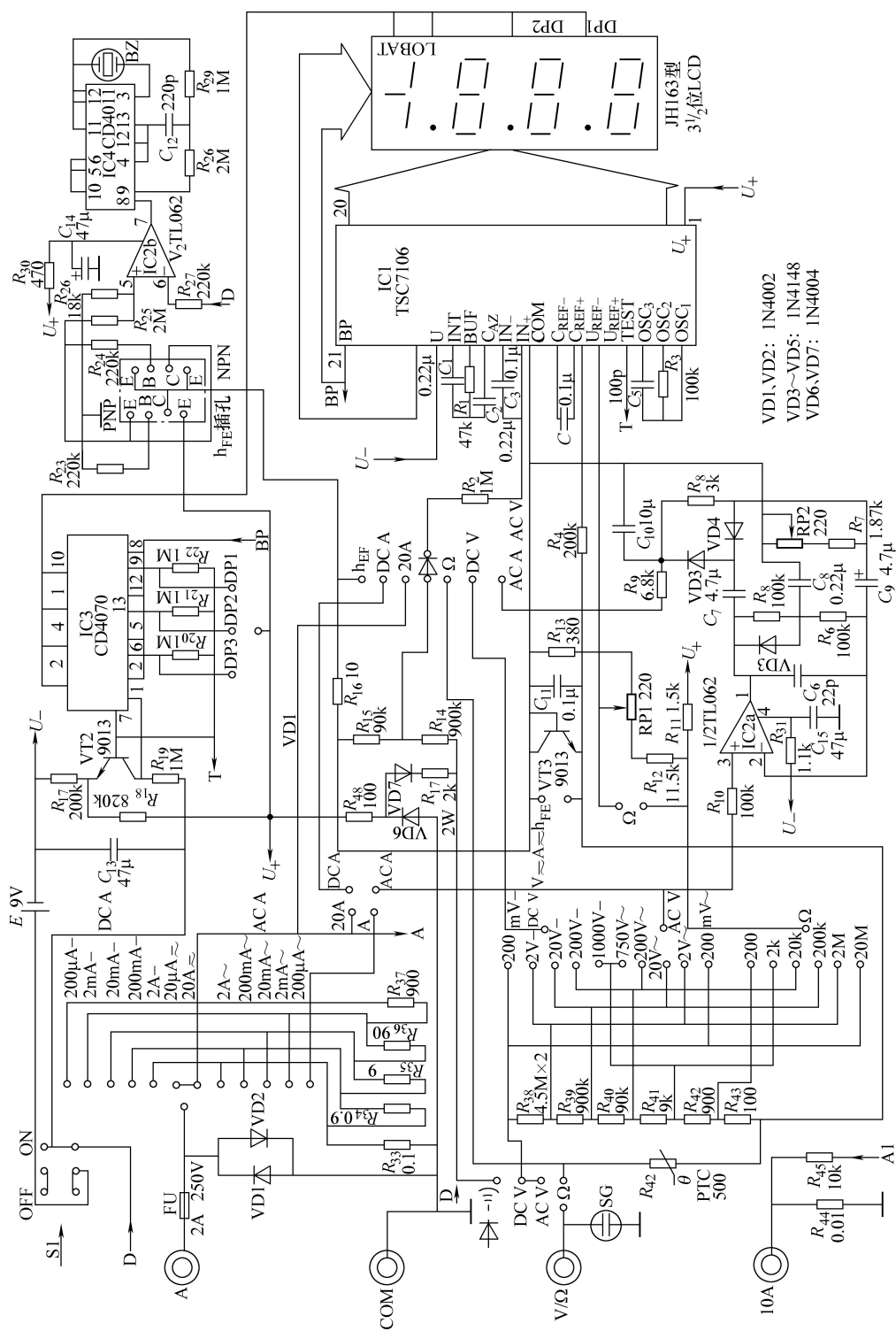
7. 数字万用表电路

M9700 是模拟和数字为一体的新型万用表，既可用指针读数，又可用数字读数。可用来测量交直流电压、交直流电流、电阻、电容、电感、频率、温度、音频、二极管及晶体管参数及电池测试，并具有数据保持、符号显示及背光照明等功能。该仪表结构精巧，操作容易，携带方便，9V 电池驱动。如图 5-7a 所示。



a)M9700万用表外形图

图 5-7 M9700 型数字万用表电路



b) 电路图

图 5-7 M9700 型数字万用表电路 (续)

8. 有功功率表电路

功率表是用来直接测量电功率的仪表。直流电路中的电功率为电压和电流的乘积。交流电路中的电功率（又称有功功率）除与电压、电流的有效值有关外，还与它们间的相位差的余弦有关，因此，能够直接测量电功率的仪表必须能够反映出它们间的相乘积关系，而电动系测量机构性能满足这个要求，所以目前功率表大多数为电动系仪表。

功率表的结构和工作原理。如图 5-8a 所示的正弦交流电路中，负载吸收的有功功率为

$$P = UI \cos \varphi$$

式中， U 、 I 分别为负载上正弦电压、电流的有效值； φ 为负载的阻抗角，即负载上电压、电流的相位差角； $\cos \varphi$ 为负载的功率因数。

如图 5-8b 所示，只要使电动系测量机构中定圈（电流线圈）的

电流 $\dot{I}_1$ 和负载电流 I_v 相等（二者串联），动圈（电压线圈）的电流

与负载电压成正比，则测量机构中指针的偏转角 α 就可以反映出被测功率 P 。偏转角 α 的计算公式如下：

$$\alpha = K I_1 I_2 \cos \varphi = \frac{K I U \cos \varphi}{R_v} = K_p U I \cos \varphi = K_p P$$

式中， $R_v = R_f + R_r$ ； R_f 为附加电阻； R_r 为动圈电阻。

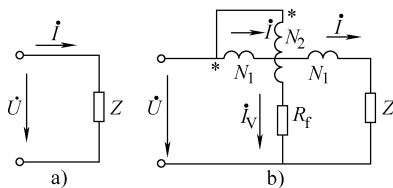


图 5-8 有功功率表电路

9. 功率表的接线电路

功率表的接线端至少应该有四个：两个电流端，两个电压端，分别在一个电流端和一个电压端上标有“*”号或“+”号，它们称为电流线圈和电压线圈的“同极性端”。按国标规定：功率表的符号是在一个圆内加一条水平粗实线（表示电流线圈）和一条垂直细线（表示电压线圈）。

接线规则：电流线圈端与被测负载串联，电压线圈端与被测负载并联；电流端钮的“*”端和电压端钮的“*”端必须接在电压的同一极性上；如果“*”端同是电流和电压线圈电流的流入端（在交流情况下，其相位差小于或等于 90° ）或流出端时，功率表的指针正向偏转，反之，则反向偏转。故“*”又称为“发电机端”。

接线方式的选择。在图 5-9 所示的四种接线方式中，a 和 c 为“电压支路前接”，而 b 和 d 为“电压支路后接”。它们的区别是产生方法误差不同。一般情况下，电流线圈的功耗都比电压线圈支路小，所以一般都采用电压支路前接的接法。

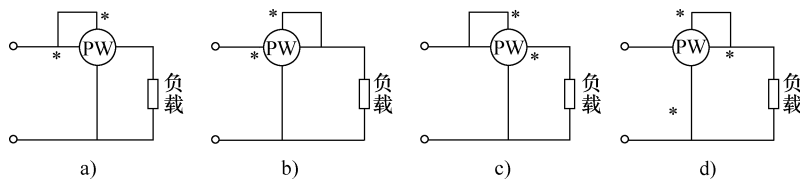


图 5-9 功率表的接线电路

10. 无功功率表电路

三相负荷对称的情况下，采用图 5-10 中接线方式可以测得三相无功功率。电能表的读数乘以 $\sqrt{3}$ 为三相无功功率。

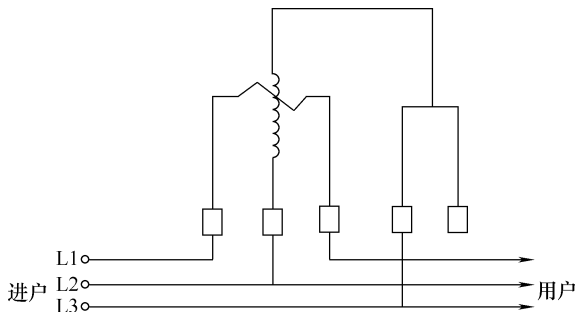


图 5-10 无功功率表电路

11. 焊点测量仪电路

焊点质量的好坏是电子制作的关键,除了一般的检查外,还要用仪器测量检查最好。

焊点测量仪可以用来测量焊接质量是否符合要求,检查电路是否通路。当焊点电阻小于 1Ω 时,仪器发出声音。当开路或大于 1Ω 时,仪器不发出声音,如图 5-11 所示。

运算放大器 $\mu A741$ (LM324) 做成一般的差动放大器,当测试探针 A、B 未接触测试点时, R_3 上的压降使运放输出为负值,蜂鸣器不发出声音;反之,当探针两端电阻小于 1Ω 时,同相端比反相端电位高,运算放大器输出正电压。由 IC4093 等元件组成的振荡器工作,产生的音频电压信号使蜂鸣器发出声音。RP1 是用来调整发音的电位器,RP2 用于调节音量大小。

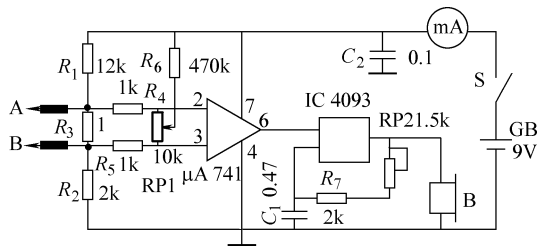


图 5-11 焊点测量仪电路

12. 电压互感器电路

电压互感器广泛用在电力系统中,分为电磁式和电容式两种。电压互感器的一次侧接被测高压,二次侧的电压一般为 100V,供仪表指示或作为保护动作装置的起动电源。应用电压互感器时可将测量仪器电路与高压电路隔离开,可以保证人身及电气设备的安全。电压互感器的外形如图 5-12a 所示。

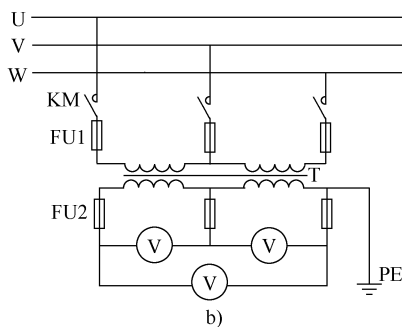
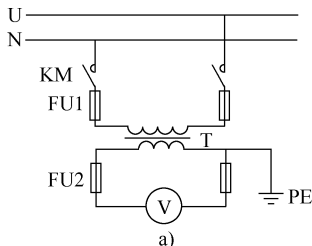


图 5-12 电压互感器电路

电压互感器是一种小型高压变压器,有单相和三相电压互感器之分。用于高压电力线路上,接线线路如图 5-12b 所示。使用电压互感器时要注意以下几方面的问题。

- 1) 电压互感器的二次侧绝不允许短路,经耐压实验合格后方能投入运行。
- 2) 要经常检查电压互感器的缺油、漏油、油瓷套管有无裂纹、损坏等不安全因素。

13. 电流互感器电路

电流互感器在高压电气设备或低压电气设备中应用极为广泛。电流互感器又叫变流器,互感器的作用是:

- 1) 将一次回路的高电压和大电流变为二次回路标准的低电压 (100V) 和小电流 (5A 或 1A),使测量仪表和保护装置标准化、小型化,并使其结构轻巧、价格便宜和便于屏内安装。
- 2) 使二次设备与高压部分隔离,且互感器二次侧均接地,从而保证了设备和人身的安全。电流互感器电路原理如图 5-13 所示。

安装使用电流互感器时应注意以下事项:

- 1) 经耐压实验合格后方能投入运行。
- 2) 高压电流互感器和低压运行的电流互感器二次线圈电路不得开路,并且其中一端要可靠接地。否则会使电流互感器铁心中的磁通急剧增大,在二次线圈上产生很高的感应电动势。

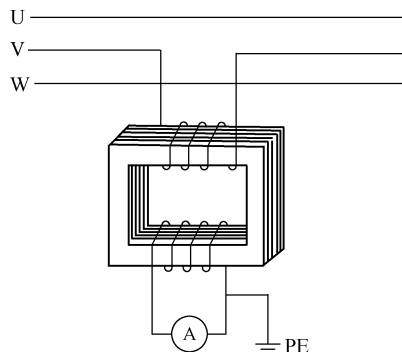


图 5-13 电流互感器电路

14. 电动系电压表电路

电压表由测量机构中的定圈和动圈串联,配置一定的附加电阻而构成,如图 5-14 所示。N1 为定圈, N2 为动圈, R_1 、 R_2 为附加电阻, U_1 、 U_2 为电压量限。

当附加电阻 R 大于定圈和动圈的感抗时, 则定圈和动圈中的电流有效值为

$$I = U/R$$

式中 U ——被测电压的有效值;

R ——电压表的附加电阻。

电压表的偏转角用公式 $\alpha = KU^2/R^2$ 求得。

可见, 指针的偏转角与被测电压有效值的平方成正比,

所以标尺分度也是不均匀的。同样, 电动系电压表可以测量直流电压及正弦交流电压和非正弦交流电压的有效值。

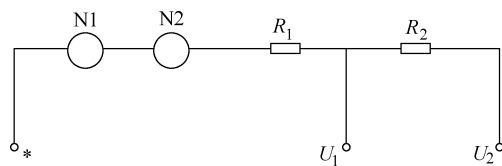


图 5-14 电动系电压表电路

15. 电动系电流表电路

电动系电流表是采用定圈和动圈串联或并联的方法, 并增加一定的附加电阻而构成的, 如图 5-15 所示。电动系仪表的磁化力比电磁系仪表还要大, 固定线圈匝数较多, 致使电动系电流表内阻很大 (比电磁系电流表内阻还要大), 故表耗功率很大。

电动系毫安表电路如图 5-15a 所示。这种仪表是将固定线圈 $N1$ 与活动线圈 $N2$ 串联起来, 故有

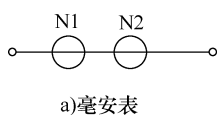
$$I_1 = I_2$$

则

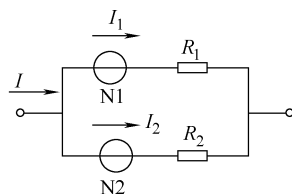
$$\alpha = KI_1 I_2 = KI^2$$

可见, 偏转角是与被测电流的平方有关。它的刻度按平方律分布。

电动系毫安表两线圈直接串联时, 由于受到动圈和游丝允许电流的限制, 最高只能测到 500mA 左右。如果将固定线圈 $N1$ 和活动线圈 $N2$ 并联, 如图 5-15b 所示, 那么可通过增大 R_2 的办法限制活动线圈的电流, 则电流表的量程比串联式就大得多。



a) 毫安表



b) 电流表

图 5-15 电动系电流表电路

从图可以看出, 被测电流 I 在电表内分成两个支路, 其电流分别为 I_1 、 I_2 , 根据电流随电阻大小按比例分配的原则, 可得出

$$I_1 = RI/R_1 = K_1 I$$

$$I_2 = RI/R_2 = K_2 I$$

式中 R_1 ——固定线圈的支路电阻;

R_2 ——活动线圈的支路电阻 (包括线圈电阻和附加电阻);

R —— R_1 、 R_2 并联的等值电阻。

并联接法时仪表的偏转角 α 和串联接法一样与被测电流平方成正比, 根据下式计算可得

$$\alpha = KI_1 I_2 = KK_1 K_2 I^2 = KI^2$$

所以并联接法的刻度也是按平方律分布。

16. 直流电压表和电流表连接电路

在测量某一支路的电压和电流时, 除应根据技术要求正确选择电流和电压表的规格、精度和量程外, 在接线时还应把电流表和电压表接在电路的正确位置上。如果仪表接线不当也会造成较大的测量误差。例如在测量图 5-16 中 R_3 支路的电流和电压时, 伏特表在线路中的连接有两种方法可供选择, 如图中的 A 点和 B 点。在 A 处, 电流表的读数为流过 R_3 的电流值, 而电压表的读数除含有 R_3 的电压外, 还含有电流表两端的电压值, 因此, 电压表的读数较实际值来得大。显而易见, 当 R_3 的阻值比电流表的内阻大得多时, 电压表宜接在 A 处; 当电压表的内阻比 R_3 的阻值大得多时, 电压表应选择接在 B 处。实际测量时, 某一支路的电阻常常是未知

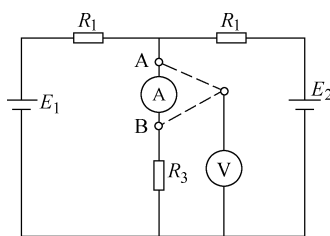


图 5-16 直流电压表和电流表连接电路

的, 因此, 测量时电压表的位置可以由实验方法选定。测量时可分别在 A、B 两点试一试。如这两种接法电压表的读数差别很小或无甚差别, 即可接在 A 点; 如果这两种接法电流表的读数差别很小或无甚差别, 即可接在 B 点; 若两种接法电流表和电压表的读数均无甚差别, 则电压表接于 A 点或 B 点均可。

17. 交流电压表电路

由运算放大器、二极管整流桥和直流毫安表组成的多量程交流电压表电路如图 5-17 所示。图中被测交流电压加到运算放大器的同相端, 因此, 测量电路对信号源呈现很高的输入阻抗。二极管桥路的表头置于运算放大器的反馈回路中, 以减弱它们对参数的影响。负反馈作用迫使 R_1 两端电压等于被测交流电压, 流经 R_1 的电流将流经桥路, 表头指示的是全波整流电流的平均值。设 $V_{i(AV)}$ 为被测交流电压 V_i 的全波整流平均值, 则对图 5-17 而言, 流经表头的电流平均值 I_{AV} 为

$$I_{AV} = V_{i(AV)} / R_1$$

如果被测交流信号为正弦电压, 即有 $V_i = \sqrt{2}V_i \sin \omega t$, 则上式可写为

$$I_{AV} = 0.9V_i / R_1$$

因此, 当 V_i 为正弦波时, 表头可按有效值来刻度。

被测电压的上限频率取决于运算放大器的频带和上升速率。

18. 交流电流表电路

图 5-18 为交流电流表电路。仿照图 5-17 的分析方法, 有

$$I_{AV} = (1 + R_1/R_2) I_{i(AV)}$$

表头读数由被测交流电流 I_i 的全波整流平均值 $I_{i(AV)}$ 决定。

如果被测电流 I_i 为正弦电流, 即 $I_i = \sqrt{2}I_i \sin \omega t$, 则上式可写为

$$I_{AV} = 0.9(1 + R_1/R_2) I_i$$

则表头可按有效值来刻度。

19. 欧姆表电路

图 5-19 为多量程的欧姆表。在这个电路中, 运算放大器改由单电源供电, 被测电阻 R_x 跨接在运算放大器的反馈回路中, 同相端加基准电压 V_{REF} , 得到

$$I = V_{REF} R_x / R_1 (R_m + R_2)$$

可见, 电流 I 与被测电阻成正比, 而且表头具有线性刻度, 改变电阻 R_1 即可改变欧姆表的量程。

这个欧姆表不需要调零机构, 这是因为测量短路时 (即 $R_x = 0$), 电路成了电压跟随器, $V_o = V_{REF}$, 故表头电流为零, 实现了自动调零。

稳压管 VS 起保护电表的作用。如果没有 VS, 当 R_x 超量程时, 特别是当 $R_x \rightarrow \infty$, 即测量端开路时, 运算放大器的输出电压将接近电源电压, 使表头过载。为此, 设置 VS 实现输出钳位, 防止表头过载。

20. 晶体管测量仪电路

图 5-20a 是一个简易晶体管测试仪电路。它可以测量 PNP 型和 NPN 型小功率晶体管的集电极基极反向电流 I_{cbo} 、穿透电流 I_{ceo} 和共发射极电流放大系数 β 。

电路说明: S1 是双刀双掷开关, 用做 PNP 型和 NPN 型晶体管的测量选择。扳动这个开关, 能够把电

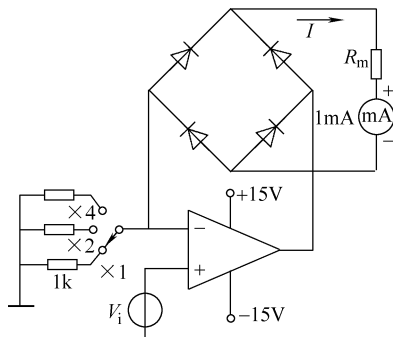


图 5-17 交流电压表电路

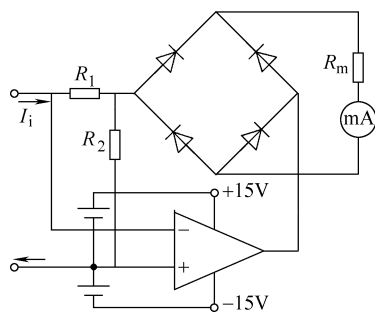


图 5-18 交流电流表电路

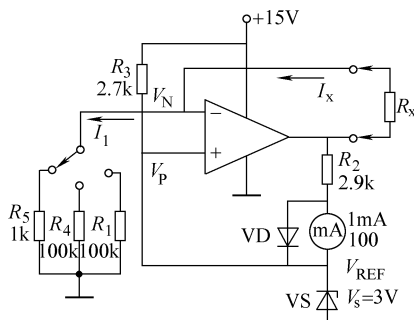
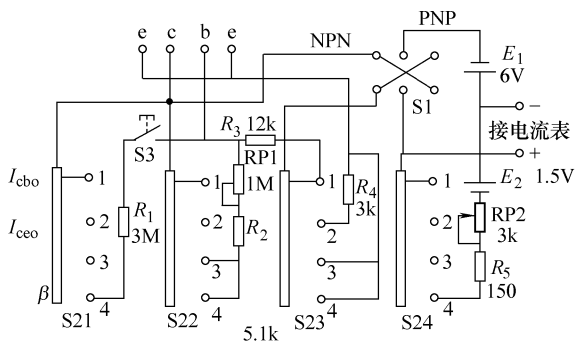


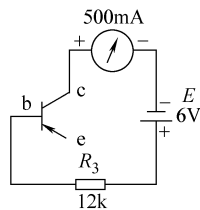
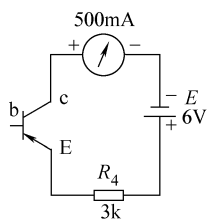
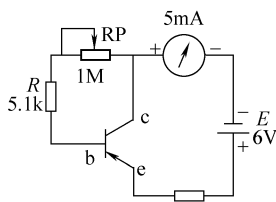
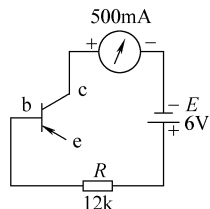
图 5-19 欧姆表电路

源 E_1 的正负极颠倒过来。 S_2 是由 S_{21} 、 S_{22} 、 S_{23} 、 S_{24} 组成的四刀四掷开关。下面以 PNP 型为例，对测量 I_{cbo} 、 I_{ceo} 和 β 的电路做些说明。

1) I_{cbo} 的测量，将 S_2 转到 1 处，电路如图 5-20b 所示。这时候发射极是开路的，集电极接电源负极，基极接电源正极。电阻 R_3 是限流电阻，以防电路接错或者由于插入已经击穿的晶体管而损坏电流表。电流表可以选用 100~500mA 档。由于小功率锗管的 I_{cbo} 为 1~10 μ A，硅管在 1 μ A 以下，所以电流表指针只有微小偏转。



a) 电路图

b) I_{cbo} 的测量电路c) I_{ceo} 的测量电路d) β 的测量电路

e) 电流增量测量电路

图 5-20 晶体管测量仪电路

2) I_{ceo} 的测量，将 S_2 转到 2 处，电路如图 5-20c 所示。这时候基极是开路的，集电极接电源负极，发射极接电源正极。电阻 R_4 是限流电阻。小功率锗管的 I_{ceo} 从几个微安到几百个微安，硅管的 I_{ceo} 在几个微安以下。电流表可以选用 100~500mA 档。

3) β 的测量，先把 S_2 转到 3 处，电路如图 5-20d 所示。这时候，电阻 R_2 和可变电位器 RP_1 串联成偏流电阻，调节 RP_1 ，可以使晶体管集电极电流从零点几毫安到几十毫安。电流表可以选用 5~10 毫安档。集电极电流不同，测得的 β 值是有变化的。可以根据晶体管的用途选用集电极电流，比如做变频、中放的，可以用 0.5~1mA，做低放的，可以用 1~2mA，做推挽的，可以用 5~10mA 等。

4) 集电极电流调好后。把 S_2 转到 4 处，电路如图 5-20e 所示。这时候，电源 E_2 通过 R_5 、 RP_2 给电流表一个反向电流 I_p ，调节 RP_2 可以使 $I_p = I_c$ ，电流表的指针指零。

最后按下常开按钮开关 S_3 ，通过 R_1 使基极得到基极电流增量 ΔI_b 。 $\Delta I_b = 6V/3M\Omega = 2\mu A$ 。经过晶体管放大，集电极也获得集电极电流增量 ΔI_c 。这时候电流表的指针偏转，它的读数就是集电极电流增量 ΔI_c ，电流放大系数就可以从下式求得

$$\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$$

测量完了，先要把电流表改为 5~10mA 档，以保护电流表，再把 S_2 转回到 1 处，然后拔下晶体管。

21. 电容测量仪电路

图 5-21a 是电容测量仪，b 是直读式电容测量仪的电路。这个测量仪能够测量几个皮法到 0.1 微法的电

容, 量程分成 25pF、100pF、1000pF、 $0.01\mu\text{F}$ 和 $0.1\mu\text{F}$ 五档。由于测量原理是线性的。可以直接用电流表刻度读数。 C_x 充电, 如图 5-21b 中实线所示。

当 VT4 导通的时候, 被测电容 C_x 和二极管理 VD 放电。VT4 开关一次, 被测电容就充放电一次。被测电容大, 每次充电时通过电流表的电量多。另外, VT4 每秒钟开关的次数多, 每秒钟通过电流表的电量也多。每秒钟通过电流表的电量, 也就是通过电流表的电流。因此, 通过电流表的电流和被测电容成正比, 和 VT4 的开关频率成正比。如果要求通过电流表的电流一样大。那么测量小电容的时候, VT4 的开关频率就要比较高。

晶体管 VT1、VT2、VT3 等构成互补再生对多谐振荡器。其中 VT3 是为了提高电路的振荡频率, 分析电路的时候可以认为 VT3 的集电极发射极短路。电源一接通, 电源通过 R_3 、 R_5 、RP 给 C_1 充电, 如图 5-21c 的实线所示。在开始的瞬间, C_1 两端的电压降等于零, R_5 的电压降很小, 不能使 VT1 导通。由于 VT1 处于截止状态, R_1 上的电压降也很小, 使 VT2 也截止, A 点输出高电位。随着 C_1 充电, C_1 上的电压逐渐升高, 右正左负, 到一定值后使 VT1 导通, R_1 上的电压降增大, 使 VT2 也导通, A 点输出低电位。这时候, 电源通过 VT1 的发射极、基极、 R_2 、VT2 的集电极、发射极, 给 C_1 反充电, 如图 5-21c 的虚线所示。随着 C_1 的反充电, C_1 上的电压逐渐升高, 左正右负, 到一定数值后使 VT1 截止, VT2 也截止, A 点又输出高电位, C_1 回到充电过程。这样进行下去, A 点不断交替出现高电位和低电位, 用来控制 VT4 的导通和截止。接上不同的振荡电容 $C_1 \sim C_5$, 可以改变振荡频率, 也就是改变 VT4 开关频率, 用来适应测量不同电容量的需要。

$C_7 \sim C_{11}$ 是校准电容。在测量被测电容之前, 先用校准电容去校准电流表。RP 用于频率微调, 校准时调节它可使电流表满偏转。SB 是双刀五掷开关, 由 SB1、SB2 组成, 做量程选择。转动 SB, 振荡电容和校准电容一一对应。

比如要测量一个几百皮法的电容, 先把 S2 拨到“校准”处, SB1 转到 3 处, 调节 RP, 使电流表指针满偏转。然后把被测电容接在红、黑接线柱上, 再把 S2 拨到“测量处”。这时候, 如果电流表是 $100\mu\text{A}$ 的, 指针落在 $56\mu\text{A}$ 处, 那么被测电容就是 560pF。如果被测电容容量范围不清楚, 要先用最大量程测量, 等判断出范围后再用合适的量程测量。测量之前, 最好先用万用电表欧姆档, 判断被测电容是否有短路现象。不要用这个仪表去测量已经短路的电容, 否则容易损坏电流表。

22. 电感测量仪电路

测量低 Q 值电感的电桥原理电路如图 5-22 所示。该电桥电路又称为马克士威电桥。

上面介绍的电感电桥电路中都是利用标准电容器作比较来测量电感的, 其相对两臂是电阻。根据交流电桥的基本原理可知, 若选择相邻两臂为纯电阻的话, 那么另外相邻两臂则需相同性质的阻抗, 也就是说, 也可以利用标准电感安置在被测电感的相邻臂的电桥电路来测量电感。不过, 在这种电桥电路中有两个电感元件, 互相之间容易产生互感影响, 其测量准确度较差。此外, 一般标准电容比标准电感的准确度要高, 所以, 通常多用标准电容来

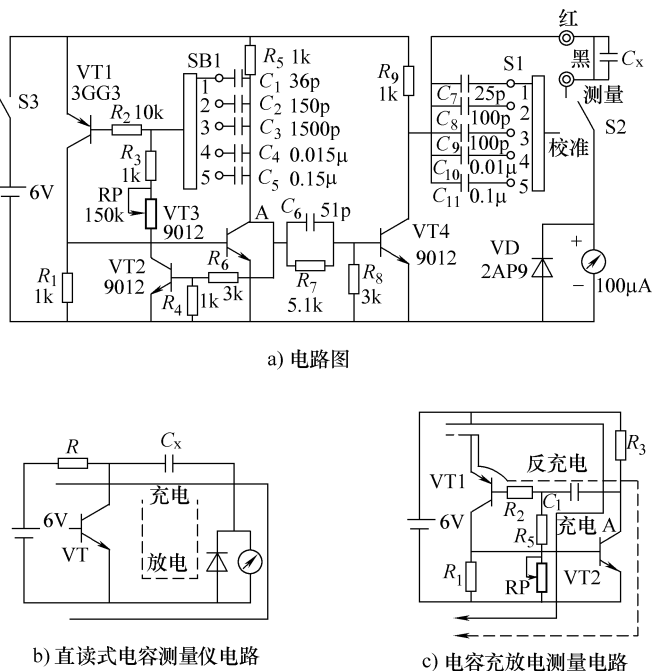


图 5-21 电容测量电路

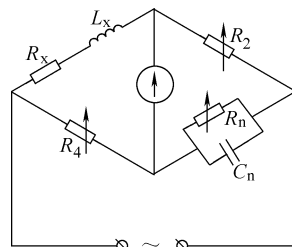


图 5-22 电感测量仪电路

R_x 、 L_x —被测电感的参数

C_n —标准电容参数

R_2 、 R_4 、 R_n —可调电阻

作比较。

23. 晶体管耐压测量仪电路

为了保证晶体管能够在电路中正常工作，常常要测量晶体管反向击穿电压。特别是对要求反向击穿电压比较高的管子，比如 OCL 功率放大器中差动放大器的管子，反向击穿电压要求大于几十伏。可用晶体管耐压测试电路测试。电视机视放输出和行输出的管子，要求大于一百几十伏，就更需要测量了。图 5-23a 是一个简易晶体管耐压测试电路，它能够测量晶体二极管、晶体管的反向击穿电压，还能够测试晶体稳压管的稳压特性。

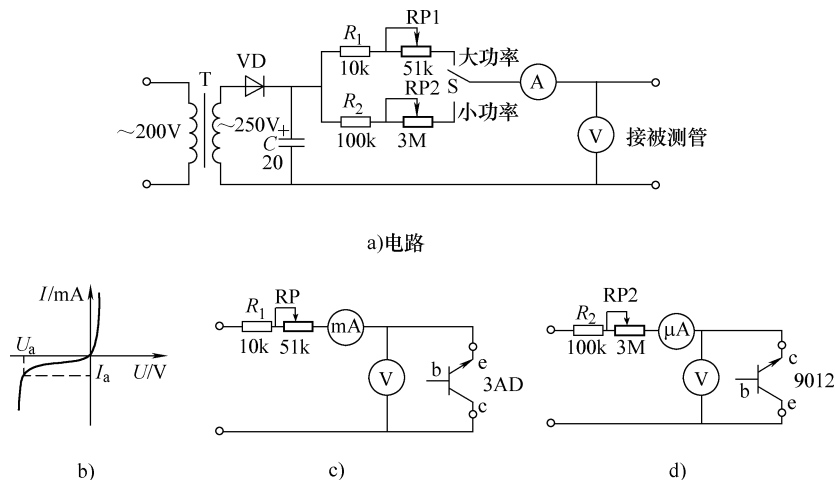


图 5-23 晶体管耐压测量仪电路

电路说明：二极管加上反向电压，反向电流是很小的。但反向电压加大到某一数值的时候，反向电流急剧增大，管子进入反向击穿状态，如图 5-23b 所示。管子进入击穿状态后，通过管子的电流，主要取决于外电路，如果外电路没有限制电流的措施，电流就会很大，管子就有烧坏的危险。

晶体管反向击穿电压就是反映击穿特性的。它是指反向电流达到某一个规定值时的反向电压。这个反向电流的规定值可以从晶体管特性表测试条件中查出。

在图 5-23 的电路中，变压器把 220V 的交流电压变成 250V 的交流电压，经过二极管整流和电容滤波，获取 300V 的直流高压。有负载的时候电压要低一些。

电压表用来测量二极管或者晶体管的反向击穿电压，电流表用来监视二极管或者晶体管反向电流。

(1) 测量大功率管子的 BV_{ceo} 当单刀双掷开关 S 拨到“大功率”处，可以测量大功率二极管或者晶体管的反向击穿电压。比如测量 3AD30 的集电极发射极反向击穿电压 BV_{ceo} ，电流表选用 50mA 档，电路如图 5-23c 所示。 R_1 和 RP1 组成限流电阻。从晶体管特性表中可以查到，3AD30 的 BV_{ceo} 测试条件是反向电流 20mA。调节 RP1，使电流表指针落在 20mA 处。这时候，电压表的读数就是这个管子的集电极发射极反向击穿电压。如果测量反向击穿电压 BV_{ceo} ，基极发射极之间接一个规定的电阻。比如测 3AD30 的 BV_{ceo} ，要接 20Ω 左右的电阻。

(2) 测量小功率管子的 BV_{ceo} 当单刀双掷开关 S 拨到“小功率”处，可以测量小功率二极管或晶体管的反向击穿电压。比如测量 3DG6 的集电极发射极反向击穿电压，电路中的电流表选用 $500\mu A$ 档，电路如图 5-23d 所示。 R_2 和 RP2 组成限流电阻，电压表要用高内阻电压表。从晶体管特性表中可以查到，3DG6 的 BV_{ceo} 测试条件是反向电流 $100\mu A$ 。调节 RP2 使电流表指针落在 $100\mu A$ 处。这时候，高内阻电压表的读数就是这个管子的集电极发射极反向击穿电压。

(3) 测量稳压管的稳压特性 测量稳压管的时候，S 也拨到“大功率”处。除了可以从电压表上读到稳压管的稳压值外，调节 RP1，还可以测出稳压管在几毫安到 20mA 的稳压特性。

(4) 元器件选择 变压器可用市售的电源变压器。整流二极管可用耐压大于 300V、正向电流大于 100mA 的 2CP 型管子。

测量大功率管子的时候,电压表用简易万用电表的电压档就可以了。但是在测量小功率管子的时候,一定要用高内阻的电压表,比如每伏 $20\text{k}\Omega$ 的电压表或者用简易晶体管电压表,否则是测不出来的。

24. 单相功率因数测量仪电路

单相功率因数测量仪与功率表类似,也有四个接线端钮,其中有两个电流端钮和两个电压端钮。当电流、电压量限不只一个时,端钮就更多一些,接线时要注意选用。在电流和电压端钮中的一个端钮上也分别标有特殊标记,即发电机端,它们的接线方法完全与功率表一样。

单相功率因数测量仪必须在规定的频率范围内使用。图 5-24a、b 分别介绍了电压线圈前接与后接的情况。

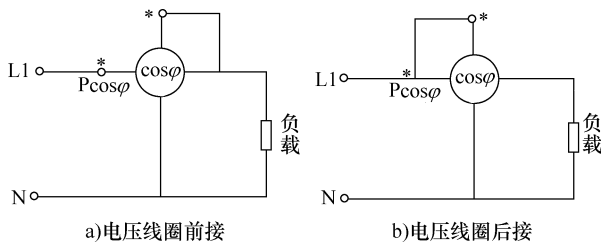


图 5-24 单相功率因数测量仪电路

25. 电缆断裂处测量仪电路

本装置使用单一的探针来测试多路通、断与否并指示哪一端断裂,如图 5-25 所示。

4060 等元器件组成了 20kHz 振荡器,而连接的 $100\text{k}\Omega$ 和 200pF 阻容元器件可以改变此频率。IC 的 Q3、Q4 等每个输出可驱动发光二极管或压电蜂鸣器,以提供必要的指示。本电路安装于一个金属盒内。以一只手握住电缆,另一只手握住测试器,并顺序以探针接触电缆的各引脚,如果该引脚已接上,则杂散电容将使得音调频率降低。在电缆的另一端进行相同的测试。断裂处应是在频率最不受杂散电容影响的一端。以探针接触电缆的一引脚,另一只手握住电缆的另一端头,进行一对一的检查,如果电缆完好,则振荡器将会停止振荡。电机和大型电感内部线圈的短路,也可采用互相比对的方式来检查。

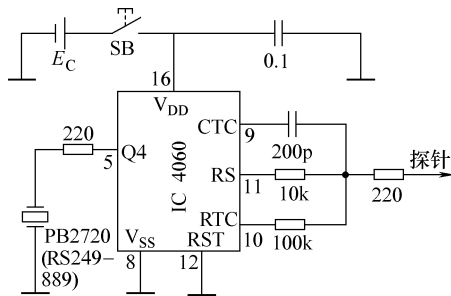


图 5-25 电缆断裂处测量仪电路

26. 电机短路测量仪电路

这里介绍的电机短路测量仪,不但能用来迅速准确地检查电动机、发电机电枢单匝以上的短路故障,还能用来检查笼型转子铸铝质量及导体中是否有断条故障。利用这个测量仪,在重绕电机绕组时,可以一边下线一边测试,避免操作不慎而造成短路。

(1) 工作原理 仪器的电路如图 5-26 所示。晶体管 VT1, 变压器 T 等组成变压器反馈振荡电路,产生约 2000Hz 的音频信号。VT2 等组成音频放大器。音频放大器产生的音频振荡信号经 VT2 放大后加到 L_3 绕组上。当 S2 合上时, L_5 绕组形成闭合回路,音频信号电压经 L_3 、 L_5 、 L_4 的互相耦合加到了 VT3 的基极,经两级音频放大后,推动扬声器或者由电表指示出来。

电路中 R_6 、 C_3 组成正反馈电路,它的作用是当 L_5 处于短路时,把线圈 L_4 上感应到的信号再反馈送到 VT2 的基极进行放大。适当地选择 R_6 的阻值可以提高测试灵敏度。但要注意,由于 L_3 、 L_4 之间还存在着弱耦合,再加上 R_6 、 C_3 支路的正反馈作用,在 L_5 开路的情况下,可能还有弱信号输出,不过此时 L_5 的 S2 接通,扬声器应有明显的变化,否则应适当调整 R_6 的阻值。

(2) 元器件选用 VT1~VT6 用 3AX31, VT1 的 β 最好大于 50。变压器 T1 铁心截面积为 $3.5 \times 5.5\text{mm}^2$ 。一次绕组用线径为 0.08mm 的漆包线绕 1000 匝,二次绕组用同样的线绕 120 匝。T2、T3 用晶体管收音机输入、输出变压器。

L_3 、 L_4 、 L_5 绕组铁心是用“E”形铁心裁剪的,叠厚为 35mm 。两个铁心做好后,分别涂上绝缘层。

L_3 用 $\Phi 0.12\text{mm}$ 的漆包线绕 350 匝, L_4 用 $\Phi 0.29\text{mm}$ 的漆包线绕 110 匝。然后用一较粗的漆包线在 L_3 、 L_4 外面绕一匝作为 L_5 , L_5 还起把两个铁心拢在一起的作用。两个铁心呈“一”字形,紧靠在一起,中间

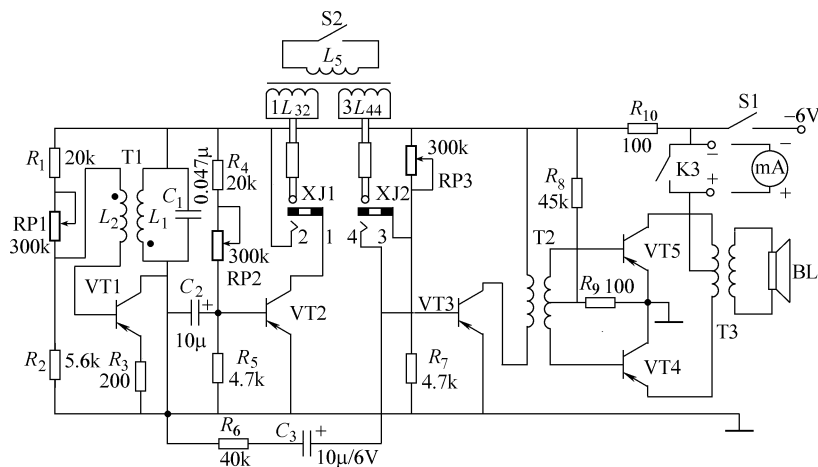


图 5-26 电机短路测量仪电路

加一、二层绝缘。为了使用方便，把铁心、绕组等装在一个铝片或铜片弯成的外壳里，为了安装牢固，先把两个铁心的外棱用砂轮磨去约 1mm，把外壳底边轻轻敲倒，使它包住铁心外棱，然后用石蜡封住。绕组 L_3 、 L_4 用较长的软引线从外壳的两头挡板的小孔引出后分别接上小型插头。 L_5 绕组的两个引出头接在 S2 上，S2 用手电筒的开关代替，并安装在外壳上。电路部分安装在一块 $120 \times 70 \text{mm}^2$ 的绝缘板上，并装入一大小合适的盒里，盒上装两个插孔，这样携带使用都很方便。电源采用 4 节 5 号电池。

(3) 调整与使用 电路焊接后，经检查无虚焊、错焊等情况，就可以进行调整。闭合开关 S1、S3，调整 RP1、RP2、RP3，使 $I_{c1} = 0.5 \text{mA}$ ， $I_{c2} = 4 \text{mA}$ ， $I_{c3} = 3.5 \text{mA}$ ， $I_{c4} = I_{c5} = 1.5 \text{mA}$ 。这时用一只高阻耳机和一只 $20 \mu\text{F}$ 的电容串联后再并联到 VT2 的集电极与地之间，应能听到音频信号声，否则可能是 VT1 未起振，应改变 L_1 或 L_2 的两个出头的接线位置。若耳机里有信号声音，再闭合 S2，扬声器应有音频信号声音，此时再适当调节 VT3、VT4、VT5 的偏置电阻，使扬声器的声音最大。若 S2 接通或断开时扬声器的声音变化不太大，可能是 L_3 、 L_4 插头插错或 R_6 的阻值选择不合适，应适当调整。

使用前，先将 L_3 、 L_4 两个插头插入线路盒的插孔内，接通 S1、S3，然后再接通 S2，若扬声器有声音，说明测量仪工作正常。当用表头指示时，此时断开 S3，电流指示将增大约为 20mA。

使用时，将 S2 断开。检查电机绕组时，把测量头放在电机绕组的定子铁心的槽口上，若扬声器发出较响的声音，说明槽里的绕组有短路（相当于 S2 闭合的情况）；若扬声器无声，说明绕组无短路情况。

检查旋转电枢式直流发电机的电枢绕组时，把测量头放在某槽口上，断开 S2，扬声器无声，说明该槽口的线圈无短路故障。若用小镊子把这个线圈所对应的换向器短接时，扬声器有声音说明线圈无断路故障；否则就说明线圈有断路故障，或由于绕组与换向器接错造成的。

检查笼型转子质量时，把测量头放在要检测转子导体的槽上，断开 S2，扬声器发出声音很大，说明笼型转子质量好，如果声音小或无声，说明笼型有损伤或断条。

27. 元件耐压测量仪电路

在电子制作过程中，经常要测量晶体管、二极管、稳压管、晶闸管等的反压及电容器耐压值等。为此，本节介绍一种简易的耐压测量仪。它输出电压连续可调，最高达 1500V。

工作原理如下。

测量仪电路如图 5-27 所示，变压器 T 输出的 6V 电压经 VD5 整流、 C_3 滤波后，提供给调整管 VT 的基极电压。调节 RP 可控制 VT 的导通程度，即控制集电极 M 点电压在

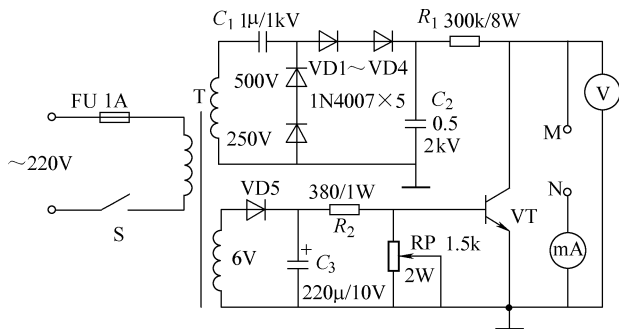


图 5-27 元件耐压测量仪电路

4~1400V之间变化。高压绕组输出 500V 电压。经 C_1 、VD1~VD4 组成的倍压整流电路整流, C_2 滤波输出 1400V 高压。测量时, 被测器件接在 M、N 之间, RP 阻值调小, VT 的基极电位下降, M 点电位上升。直至毫安表指示出被测管的额定反向电流 (被测的小功率管小于 0.1mA, 大功率管小于 1mA 为宜)。这时电压表指示的电压值即为该反向电流下的反压。测大阻值电阻时, 电阻接在 M、N 之间。用电压表读数除以毫安表读数, 即 $R=V/I$ 。每次用完, 将 RP 调到最大, 使输出电压回至最低点电压 4V。

28. 导线断路测量仪电路

导线断路测量仪分发射和接收两部分, 如图 5-28 所示。左侧为发射部分, 它采用无稳态开关电路, 其振荡频率为 109kHz; 右侧为接收部分, 采用三级阻容耦合放大电路, 然后采用两个二极管作倍压整流, 并由毫安表指示。

当测试绝缘导线线芯断点时, 先将绝缘导线一端的线芯接在发射部分的输出端上, 再将电线穿过测试环, 并拉动电线, 线芯中的信号通过电容耦合到测试环, 经放大、整流, 使毫安表动作。遇到断点时电表读数明显减小, 即可找到断线点。

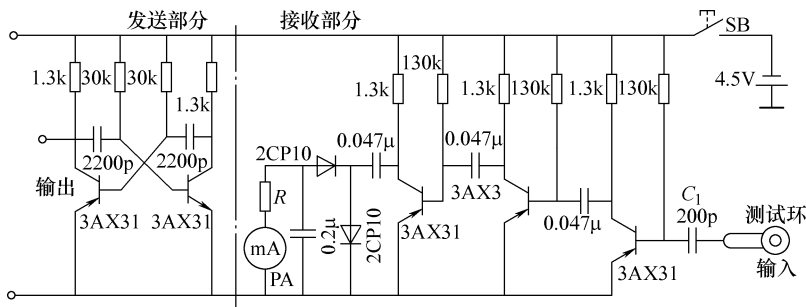


图 5-28 导线断路测量仪电路

29. 光耦合心电图测量仪电路

光耦合器在心电图仪上得到普遍应用, 如图 5-29 所示就是一种典型电路。

图中的①、⑥脚应该接正; ②、⑤脚接负, 不要弄错。从图 5-29 中可以看到, 点画线的左侧是控制回路, 信号输入给③、④脚的发光管; ①、②脚的光敏管受光后, 输出信号与 U_{IN} 一起输入到运算放大器, 这个反馈信号对线性光耦合器的线性及减小温漂均有帮助。点画线的右侧是电路的主回路, 发光管发出的光信号被①、②、⑤、⑥脚接收。⑤、⑥脚的输出信号经运算放大器放大后输出, 它控制后续电路。

线性光耦合器已在心电图仪中得到成功的应用, 并且还在变换器等仪表中逐步推广应用。

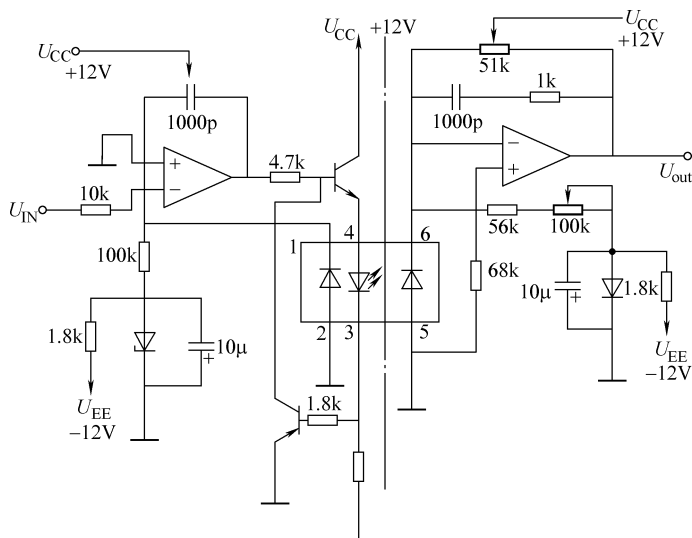


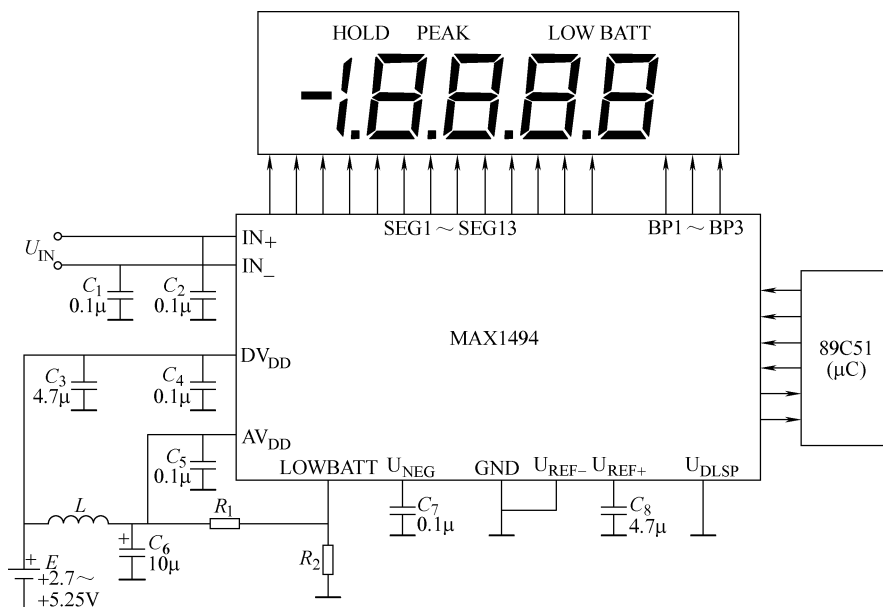
图 5-29 光耦合心电图测量仪

30. 4½ 位智能电压表电路

由 MAX1494 构成 4½ 位智能电压表的电路, 如图 5-30 所示。采用单电源供电时, 在模拟电源输入端与数字电源输入端必须加退耦电路。电源退耦电路由小电感 L 和电容 $C_3 \sim C_6$ 组成。 L 为用铁氧体材料制成的磁珠, 亦可用 10Ω 的小电阻来代替。 C_1 、 C_2 用来滤除模拟输入端的干扰电压。通过电阻 R_1 、 R_2 可设定低电压指示的阈值电压。

在设计印制电路板时要注意以下事项:

第一, 尽量避免在公共数字地线附近布线, 因为这会导致噪声电压增大; 而在靠近公共模拟地线的位置



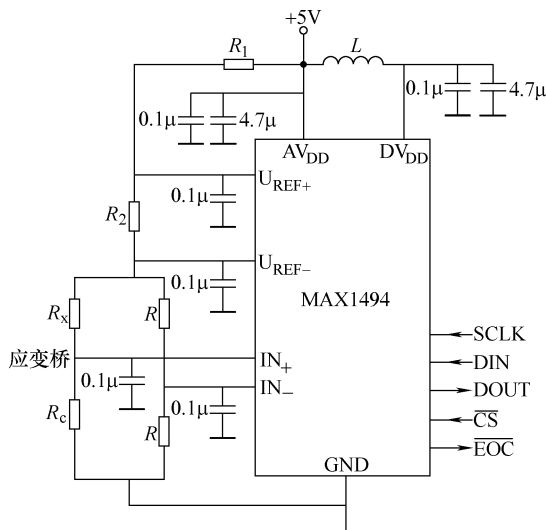
置上布线，可使噪声电压为最小。

第二，时钟信号线应尽量短捷，不得与其他引线交叉，以免造成干扰。

第三，数字信号与模拟信号应分开布线，避免交叉。

31. 数字式应变仪电路

由 MAX1494 构成数字式应变仪的电路如图 5-31 所示。应变桥由电阻应变片 R_x 、温度补偿片 R_c 、标准电阻 R_1 和 R_2 组成。由 MAX1494 内部的基准电压提供桥路电压, MAX1494 的差分输入端接应变桥的输出电压, 电压范围是 $\pm 200\text{mV} \sim \pm 2\text{V}$ 。



32. 热电偶测温仪电路

由 MAX1494 和热电偶构成测温系统的电路如图 5-32 所示, MAX1494 的 IN 端接 GND。利用外部温度传感器(例如 DS75)和单片机可完成冷端温度补偿工作。MAX1494 采用外部基准, 由 MAX6062 提供 +2.048V 的基准电压。

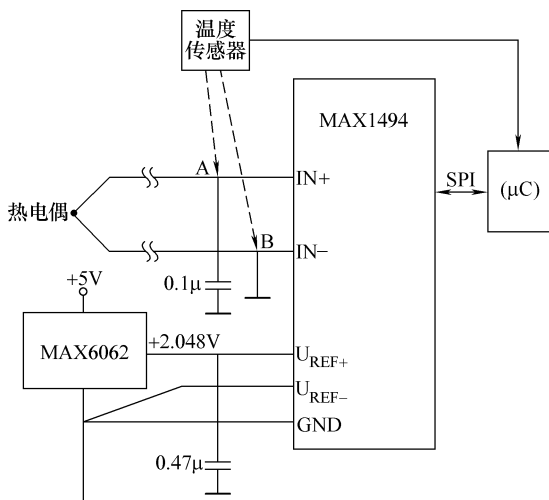


图 5-32 热电偶测温仪电路

33. 自行车车速表电路

自行车是我们常用的交通工具, 如果配上自行车车速表, 你就能掌握骑车速度, 特别对自行车运动员来说, 平时训练, 合理分配途中车速, 掌握快慢节奏, 是一种很好的方法。

自行车车速表的电路如图 5-33 所示。

这个车速表利用自行车骑行速度与车轮转动成比例关系, 把车轮转动频率线性转换成直流电压, 并取出其脉动电压值由电压表显示, 电压值对应骑行车速。骑行时红外光检测器在车轮每转动一周时发出一次脉冲, 使晶体管 VT2 导通产生一个下跳脉冲去触发时基集成电路 555 构成的单稳态电路。骑行速度越快, 红外光检测器两次脉冲发出的时间就缩短, 单稳电路输出高电平次数增加, 其直流平均值由电压表指示。电表刻度以速度单位 km/h 表示, 自行车车轮的转动次数可根据车轮周长计算而得, 目前常用的自行车有 71cm (28in)、66cm (26in)、60cm (24in)、50cm (20in) 4 类, 刻度定 4 条即可。以 28in 自行车计算, 如 40km/h 速度行驶时, 车轮转动约 2.5 次/s。故单稳电路定时电阻 RP1 和电容 C₂ 值可选用 100kΩ 和 0.47μF。

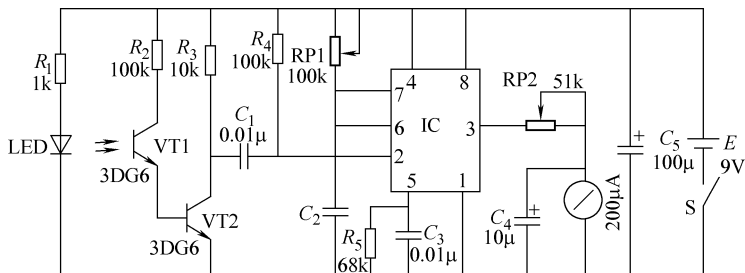


图 5-33 自行车车速表电路

在自行车车速表中, 红外光检测器可用任何红外对管、LED 及 VT1 装于专门支架中, 支架用金属薄板自制, 形状可参考车锁结构, 并在装支架的自行车前轮辐条上装一片遮挡物, 使每次车轮转动一周, 红外光检测器被遮光一次。晶体管 VT2 用硅 NPN 晶体管 9014, β 值选 120 左右。时基集成电路用 NE555。电位器 RP1、RP2, 均用 WH7 型微调电位器, 其余电阻均用 RTX 型 1/8W 碳膜电阻。表头用 91C2 型的。其余电容均用 CJ11 金属化纸介电容。

在自行车车速表中, 红外光检测器可用任何红外对管、LED 及 VT1 装于专门支架中, 支架用金属薄板自制, 形状可参考车锁结构, 并在装支架的自行车前轮辐条上装一片遮挡物, 使每次车轮转动一周, 红外光检测器被遮光一次。晶体管 VT2 用硅 NPN 晶体管 9014, β 值选 120 左右。时基集成电路用 NE555。电位器 RP1、RP2, 均用 WH7 型微调电位器, 其余电阻均用 RTX 型 1/8W 碳膜电阻。表头用 91C2 型的。其余电容均用 CJ11 金属化纸介电容。

34. 空气湿度测量仪电路

(1) MS01 型湿敏元件 MS01 型湿敏元件, 是由硅粉掺入少量碱金属氧化物烧结而成的。其电阻值随周围大气相对湿度的变化而变化, 因而人们习惯地称它为 MS01 型湿敏电阻器。它的电阻值是随周围大气相对湿度的增加而减小的, 因而属于负特性湿敏电阻器。文字符号为 RH。用 MS01 湿敏元件组装的空气湿度测量仪电路如图 5-34 所示。

(2) 工作原理 在图 5-34 中, VT1、VT2 组成自激多谐振荡器, 工作时, 两只管子轮流饱和与截止, 适当选取 R_2 、 R_3 或 C_1 、 C_2 便可在 VT2 的集电极上产生 1~10Hz 甚低频交流(方波)信号, 并通过 R_6 、RP 输送到湿敏元件 RH 的下端。

当选择开关 SA 拨至“测量”时, VT2 集电极的交流电就会流过 R_6 、RP、RH、SA、桥式整流器 VD1~VD4 和 R_5 是全波整流器, 其输入端 A、B 不论哪端为负, 都能将交流电流整流成直流电流。

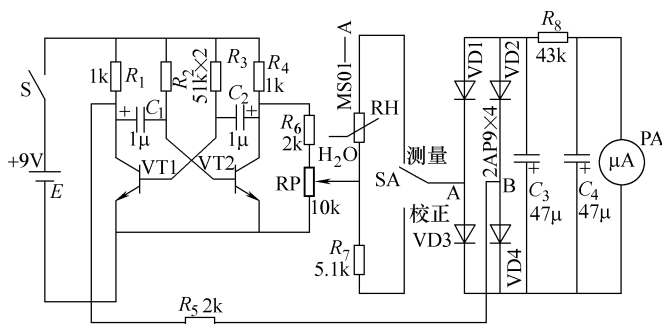


图 5-34 空气湿度测量仪电路

整流后的直流电流, 经 R_8 和滤波电容器 C_3 、 C_4 滤波后, 变成稳定的直流电流, 加到微安表头 PA 上。由于空气相对湿度不一样, 湿敏元件 RH 呈现的阻值不一样, 整流后流过表头 PA 的电流值大小也就不一样, 于是通过 PA 刻度即可直观地读出空气湿度来。

35. 浓度计量仪电路

光敏电阻器浓度计用以检出通过物质的光能量, 从而了解物质的成分或性质。首先须测标准溶液的透光强度, 这样待测溶液的浓度也就知晓了。电路如图 5-35 所示。

此种浓度计要求单色光, 所以采用发光二极管 VL 作为光源。

VT1、VT2 等组成差分电路。在 LED 不亮、光敏电阻器 RL1、RL2 无光源照射的情况下, 调节电位器 RP 使毫安表指示为 0, 则校零结束。此时接通发光二极管 LED 的电源, 通过这个光源对标准溶液和被测液的照射, 在毫安表上便能指示出被测液的浓度。

将毫安表按有关标准分成浓度格, 这样就能很方便地读出浓度值了。

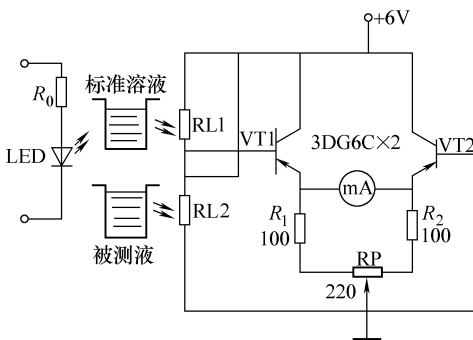


图 5-35 浓度计量仪电路

36. 转速表电路

用仪表测量电风扇的转速, 把风叶置于光源(灯泡 HL)与光敏晶体管之间。当光线被风叶遮住时, 光线不能照射到光敏晶体管上, VTL 呈高阻状态; 风叶转过一定角度后, 光线从风叶间隙照射到 VTL 上, 光敏晶体管导通呈低阻状态。

当风叶不停地旋转时, 每转一圈, 光敏晶体管就间断地受到三次照射(一般的台扇只有三片叶片)。由于在电阻 R_1 和光敏晶体管串联电路的两端加有 12V 电压, 因而在 VTL 的两极上就会随着光线间断照射而形成脉冲电位。

脉冲电位经过由 C_1 和 VT 的输入电阻组成的微分电路微分后, 形成一系列的尖脉冲, 再经 VD1、VD2 整流, 获得二倍频的脉冲信号, 通过电容 C_2 输出, 送到微安表头 PA, 由 PA 的指针指示出转速来。转速越高, 指针偏转越大, 反之则越小。

如果有数字式频率计, 则无需 PA。将 A 点与地接出引线, 直接与数字式频率计输入端接好, 便可

显示出转速数字来。电路如图 5-36 所示。

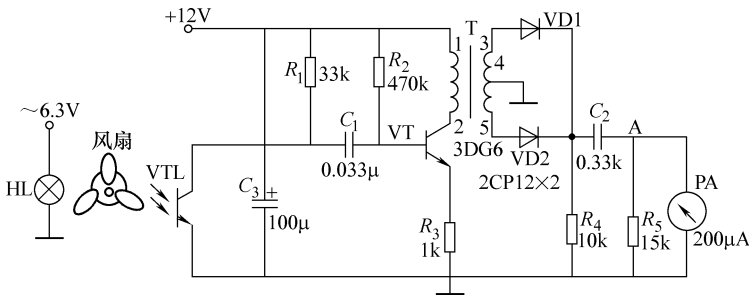


图 5-36 转速表电路

37. 用毫安表组成的电阻表电路

常用的高灵敏度表头，实际上就是采用微安表头，用它制作的电阻表，采用电压可以很低，但制作方法和原理仍与用毫安表头制作的电阻表相同。电路如图 5-37 所示。

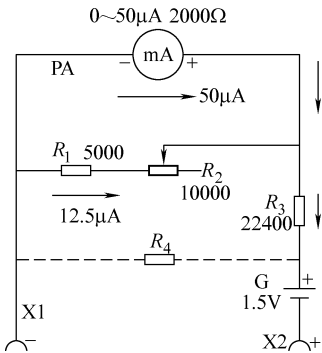


图 5-37 用毫安表组成的电阻表电路

图 5-37 中的限流电阻 R_3 的阻值和 PA 内阻合计为 24000Ω 时，电路中流过的电流为 $62.5\mu A$ ，其中 $50\mu A$ 通过 PA，多余的 $12.5\mu A$ 则通过零欧姆调整电阻 R_1 和 R_2 。如果要这只表制成 24Ω 中心或 2400Ω 中心的低、中档阻值的电阻表，则可按图中虚线所示，加装 24Ω 或 2489Ω 的电阻 R_4 。

38. 用毫安表组成的交流电压表电路

将毫安表加装几只半导体二极管，就可以测量交流电压，变成交流电压表，电路如图 5-38 所示。

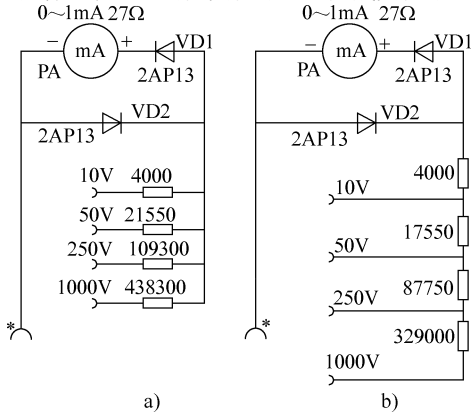


图 5-38 用毫安表组成的交流电压表电路

图 5-38 中, VD1、VD2 组成半波整流器。图 a 中的 4 只电阻是分开式倍增电阻; 图 b 中的倍增电阻是串联连接的, 其效果与图 a 是相同的。图中的“*”端为公共端, 无论测量哪种电压, 两表笔中必须有一枝与“*”端连接。

39. 绝缘耐压测试仪电路

这种绝缘耐压测试仪可测灯具, 将待测灯具与 A、B 两接线柱接好, 按下按钮 SB1, 中间继电器 1KA 得电并自锁; 然后将调压器 VT (1:10, 输出 0~250V) 调至需测的电压值, 如需调到 1500V 则将 VT 调到电压表指示 150V (同理, 作 2000V 耐压时, 调到电压表指示 200V), 经时间继电器 KT 延时后, 电源自动切断, 如图 5-39 所示。

若被测物绝缘击穿, 电流即迅速增加, 电流继电器 KA 动作, 2KA 得电动作并自锁, 1KA 失电, 1KA 的动合触点切断主回路电源, 蜂鸣器 HA 发出声响, 按下 SB2 后电路全部关断。应用操作这种仪器时, 要特别注意人身安全, 工作通电时, 高压测试区禁止靠近。

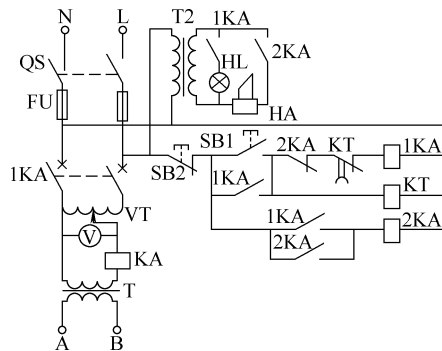


图 5-39 绝缘耐压检测仪电路

40. 热继电器检测仪电路

热继电器在长期通电过程中易出现热老化现象, 使其动作特性改变。要保持特性的一致性和稳定性, 一个最重要的措施就是对热继电器进行定期检测。

热继电器检测仪如图 5-40 所示, 它主要由调压器 TV、降压变压器 T、滑线电阻 R、410 型毫秒表等元器件组成。

三相双金属片 (热继电器 FR) 应串联起来, 接入试验回路。检测前, 先检查热继电器的刻度电流与电动机的额定电流 (I_N) 是否相符。然后给热继电器通以 1.05A (额定电流, 通过调整 R 实现), 检查其同步性, 即三相双金属片是否同时接触。如不同步, 则用平口钳钳

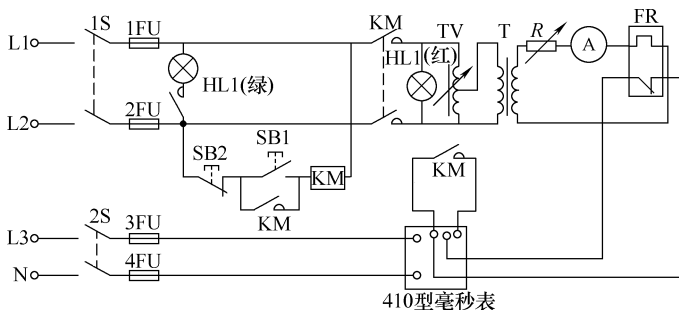


图 5-40 热继电器检测仪电路

住双金属片与支架点焊处, 来调整同步性。同步性调好后, 首先做起动试验, 给热继电器 FR 通以 $6I_N$ 的电流, 它在 5s 内不应动作; 其次做运行试验, 使热继电器加热到稳定热态, 过 30min 后, 慢慢地调节 R, 使 FR 动作, 再稍往回旋一点, 使 FR 触点断开; 再将试验电流提高到 $1.2I_N$, 此时应在 20min 内动作。这样, 热继电器的整定校验方告结束。

调整检测时应注意以下两点: 1) 不允许用钳子钳弯双金属片, 以免影响保护的稳定。2) 检测连接导线应有足够的截面积, 以免影响动作时间。

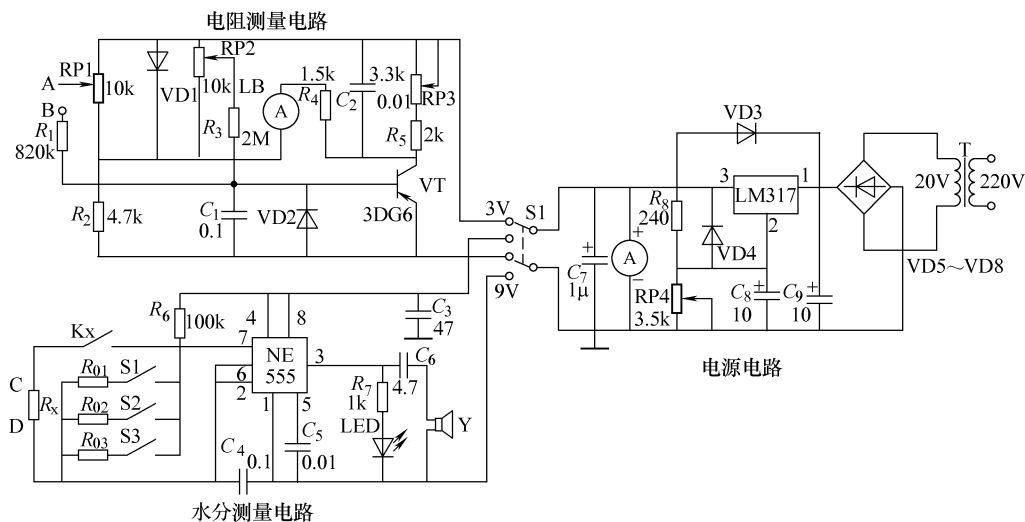
41. 食物腐败测量仪电路

电路设计如图 5-41a 中电阻测量电路所示, 这是一个高内阻晶体管电阻表, LB 是一个直流电流表, 晶体管起直流放大作用。当探针未插入被测食物时, LB 中无电流流过。当探针插入被测食物时, 食物的内阻并接在仪表的输入端, 使基极电流增加, 放大后集电极电流也增加, LB 两端产生电位差, 表针摆动, 有电流流过。由于测试时 RP_1 、 R_1 的阻值不变, 所以晶体管的基极电流大小与食物内阻大小成反比关系。只要读出电流表的指示值, 就可以知道食物的电阻了。

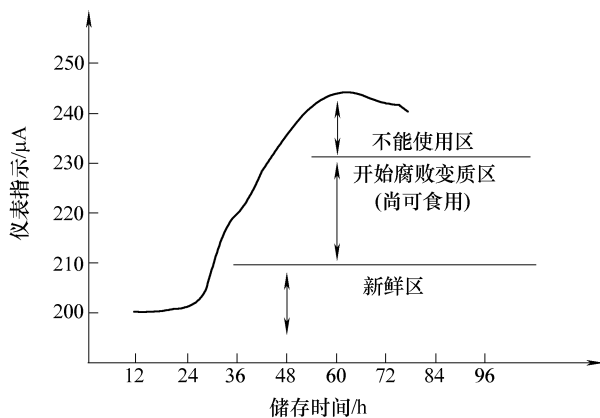
利用上述测量食物内阻的方法来测定食物的腐败变质程度。可以在一定的储存点和环境温度条件下, 每隔几小时或一天, 连续测出某种食物的内阻, 从新鲜到完全腐败变质为止, 绘出该食物随时间而变化的内阻曲线, 总结出食物腐败变化的规律。科学地利用和储存食物, 减少因变质而造成的损失。图 5-41b 是

利用食物电阻电路测得草白鱼在自然环境内阻随储存时间变化的曲线图。

(1) 水分含量测量电路 图 5-41a 为水分测量电路。电路是由 NE555 时基电路, R_6 、 R_x 、 C_4 构成的振荡器, 其振荡频率由 $f=1/T=1.43/(R_6+2R_x)C_4$ 决定, 水分含量多少与接触电阻 R_x 阻值的大小有关。水分含量高则 R_x 阻值小, 振荡频率高; 反之, 振荡频率低。当 $R_x=2\text{M}\Omega$ 左右时, 接通电源后, 扬声器发出“哒哒”声音, 指示灯 LED 发出闪烁的红光。利用标准电阻 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} 的阻值分别参与振荡, 反复进行比较 R_x 的振荡频率, 从而判断水分的含量。



a) 电气原理总图



b) 内阻随时间变化的曲线图

图 5-41 食物腐败测量仪电路

(2) 标准电阻的确定 分别用标准的食油、大米、猪肉代替电路中的 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} , 选其一种如 R_{01} 进行测量, 在输出端③接上示波器, 测出振荡周期, 运用公式

$$f=1/T=1.43/(R_6+2R_x)C_4$$

计算出 R_x 的值即为此时的 R_{01} 的值。可多次测量求其平均值, 最终确定 R_{01} 。用同样的方法标定 R_{02} 、 R_{03} , 把它们接入电路中。其内阻随时间变化的曲线如图 5-41b 所示。

(3) 直流电源与探针制作 直流电源如图 5-41a 所示, 电源电路由变压、整流、滤波、调压等部分组成。输出直流电压可在 0~30V 范围内连续可调, 经转换开关分别接到电阻测量电路或水分含量测量电路供电。两根探针 C、D 可用直径 1~2mm 的磷铜丝或黄铜丝制作, 探针的前端应磨尖, 便于插入食物。绝缘支架用有机玻璃或环氧层压板等材料加工而成, 对大小没有要求, 只要美观使用方便即可。

(4) 检测方法与检测结果 在使用检测仪前, 准备好各种常见食物, 新鲜的和变质的。取新鲜食物的数据作为标准, 进行比较, 从而判断食物的腐败程度。测试时, 探针一般插入食物内部约 10mm (不足 10mm 厚的食物, 如菜叶可直接穿过)。同一食物最好多测几个点, 然后取其平均值。探针的间距和长度可适当放宽, 长度为 100~200mm, 间距在 100~150mm 之间。然后分别接通电源, 进行上述电阻和含水量的测量。

表 5-2 中的数据是经过大量实验得出的结果, 但要注意, 由于食物特性不同, 储存方法、温度、湿度等也有很大差异, 因此表中的数据仅供大家制定标准时参考。

表 5-2 新鲜食物标准测试值

序 号	食 物 种 类	仪表指示值/ μA	对应电阻值/ $\text{k}\Omega$
1	鸡肉、猪肉	190~200	150
2	牛肉、羊肉	185~195	150
3	菠菜	210 (135、叶)	75 (500)
4	花菜	215 (200、叶)	60 (150)
5	大白菜	235 (220、叶)	39 (60)
6	土豆	242~245	10~27
7	苹果、梨	235~240	39
8	萝卜	225~235	47
9	冬瓜	245	10

通过对大量食物电阻和水分含量的检测, 证明本仪器还是相当准确的。在要求不是很高的情况下, 完全可以完成对食物的检测任务。例如对土豆、猪肉、圆白菜等的测量非常管用。

在印制电路板焊接好之后, 装在一个盒子里, 与面板上的仪表、按钮、开关等相连即可。

42. 多功能导电能力测试仪电路

本电路可用于导体导电能力的测试、化学电解质强弱的测试、导体与绝缘体在温度、湿度、环境变化的测试、晶体管的导电性能的测试、电路的通断状态的测试、溶液的导电性对比的测试和电容的漏电的测试等。如图 5-42 所示。

电路原理: 该多功能测试仪的电路由探测电极、电阻分压器、缓冲电路和双色二极管组成。探测电极可感知被测物的电阻, 根据被测物电阻的大小控制双色二极管发光。当探测电极感知被测物的电阻在 $300\Omega\sim 1000\text{k}\Omega$ 范围内时, 绿色指示灯亮; 感知被测物的电阻小于 $300\text{k}\Omega$ 时, 红色指示灯亮, 使双色合成橘红色光亮; 感知被测物电阻大于 $1000\text{k}\Omega$ 时, 双色指示灯 LED3、LED4 不发光。调节町变电阻 RP 可以改变探测电极的感知范围。

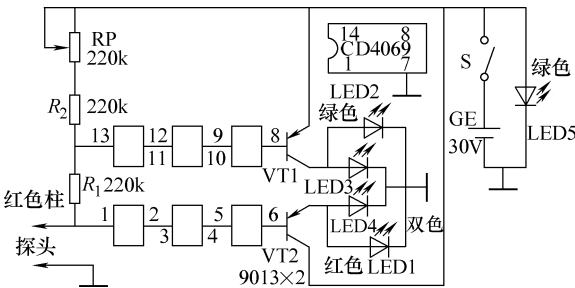


图 5-42 多功能导电能力测试仪电路

43. 粮食水分分析仪电路

(1) 工作原理 实践证明: 粮食或油料中所含水分不同时, 它的电性质是不同的。

如果把测试容器做成金属圆筒再外加芯柱组成测量筒, 就构成一只电容器。将待测粮食或油料装入筒中后, 它的电介质不再是空气, 而是以粮食或油料作电容器的电介质。

大家知道。电容器电容量的大小与电介质介电常数成正比, 不同种类的粮食或油料其介电常数是不同的, 而同一种粮食所含水分越大, 它的介电常数也越大。

因此, 把测量筒串接在电路中 (相当于电容器), 通过测量电路中的电流强度, 就能知道测量筒的电容

第 6 章 测 量 电 路

1. 单相功率的测量电路

电路功率用功率表测量，功率表（又称为瓦特表）是一种电动式仪表，其中开关往上扳时，测量功率；往下扳时，测量功率因数。数字式显示。

如图 6-1 所示是单相电路功率测量电路，功率表 W 由电压和电流线圈组成，电流线圈与电流表串联，而后与负载 Z 连接；电压线圈与负载并联，两线圈同名端相连后与电源正端连接。

接通电源后，功率表显示负载功率，开关置 $\cos\Phi$ 处，则可测量负载的功率因数。电路中有电压表和电流表，可同时测量电压和电流。

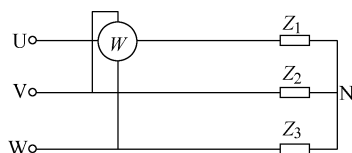


图 6-1 单相功率的测量

2. 三相功率的测量电路

（1）三相四线制供电，负载星形联结（即 Y_0 接法） 对于三相不对称负载，用三个单相功率表测量，测量电路如图 6-2 所示，三个单相功率表的读数为 W_1 、 W_2 、 W_3 ，则三相功率 $P=W_1+W_2+W_3$ ，

这种测量方法称为三瓦特表法；对于三相对称负载，用一个单相功率表测量即可，若功率表的读数为 W ，则三相功率 $P=3W$ ，称为瓦特表法。

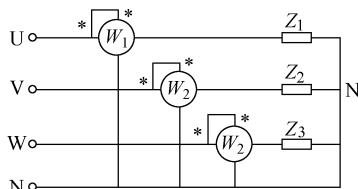


图 6-2 三相四线制负载星形联结

（2）三相三线制供电 三相三线制供电系统中，不论三相负载是否对称，也不论负载是“ Y ”联结还是“ Δ ”联结，都可用二瓦特表法测量三相负载的有功功率。测量电路如图 6-3 所示，若两个功率表的读数为 W_1 、 W_2 ，则三相功率 $P=W_1+W_2=U_1I_1\cos(30^\circ-\varphi)+U_1I_1\cos(30^\circ+\varphi)$ ，式中 φ 为负载的阻抗角（即功率因数角），两个功率表的读数与 φ 有下列关系：

- 1) 当负载为纯电阻， $\varphi=0$ ， $W_1=W_2$ ，即两个功率表读数相等；
- 2) 当负载功率因数 $\cos\varphi=0.5$ ， $\varphi=\pm 60^\circ$ ，将有一个功率表的读数为零；
- 3) 当负载功率因数 $\cos\varphi<0.5$ ， $|\varphi|>60^\circ$ ，则有一个功率表的读数为负值，该功率表指针将反方向偏转，这时应将功率表电流线圈的两个端子调换（不能调换电压线圈端子），而读数应记为负值。对于数字式功率表将出现负读数。

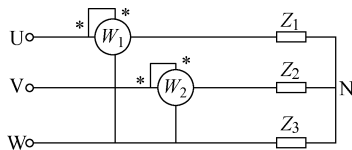


图 6-3 三相三线制负载星形联结

3. 三相对称负载的无功功率测量电路

在三相对称系统中，三相电压完全对称，各相负载阻抗完全相同，则各相电流亦完全对称，此时仅需用功率表测出一相负载的有功功率 P ，再乘以 3 倍，则得三相总功率。即

$$P=3P_\varphi=3U_\varphi I_\varphi \cos \varphi$$

为了测得三相无功功率，可以按图 6-4 接线，将功率表的电流线圈串入任意一相电路中，而将电压线圈电路接到另外二相的电源端上，由于三相电路中任意二相间的线电压总是与星形联结时的第三相相电压相位差 90° ，所以此时功率表的读数为

$$W=U_1 I_1 \sin\varphi$$

式中， φ 为负载的阻抗角，则三相负载的无功功率

$$Q=\sqrt{3}W=\sqrt{3}U_1 I_1 \sin\varphi。$$

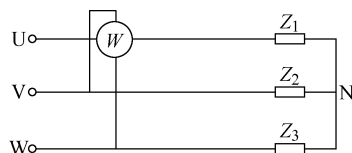


图 6-4 无功功率的测量

4. 负载功率因数测量电路

在图 6-5a 电路中, 负载的有功功率 $P=UI\cos\varphi$, 式中 $\cos\varphi$ 为功率因数, 功率因数角

$$\varphi = \arctan \frac{X_L - X_C}{R}$$

且 $-90^\circ \geq \varphi \leq 90^\circ$ 。把图 6-5b、c、d 分别作为负载接入电路中, 则

当 $Z=R$ 时, $\varphi=0$, $\cos\varphi=1$, 电阻性负载;

当 $Z=X_L$ 时, $\varphi>0$, $\cos\varphi>0$, 感性负载;

当 $Z=X_C$ 时, $\varphi<0$, $\cos\varphi>0$, 容性负载。

可见, 功率因数的大小和性质由负载参数的大小和性质决定。

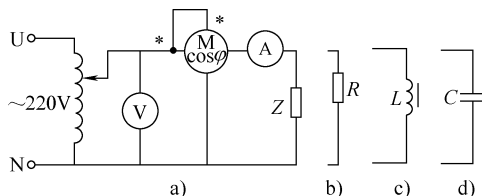


图 6-5 功率因数的测量

5. 三相交流电检测电路

如图 6-6 所示的是一个简单的三相交流电检测器电路, 用于检测三相交流电源是否缺相和相序是否正确。当 U、V、W 三相正确接至晶闸管 VS 的 A、G、K 三极时, 发光二极管 LED 发光, 若连线有误, VS 的导通时间变短, LED 的亮度大减, 而当三相交流电中缺少任何一相或者一相以上时, VS 截止, LED 熄灭。

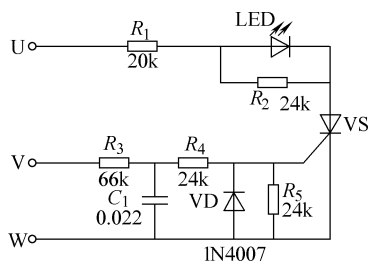


图 6-6 三相交流电检测电路

6. 绝缘电阻表测量电路

绝缘电阻表 (又称为兆欧表) 测得的是在额定电压作用下的绝缘电阻阻值。万用表虽然也能测得数千欧的绝缘阻值, 但它所测得的绝缘阻值只能作为参考, 因为万用表所使用的电池电压较低, 绝缘物质在电压较低时不易击穿, 而一般被测量的电气设备均要接在较高的工作电压上, 为此只能采用绝缘电阻表来测量。一般还规定在测量额定电压在 500V 以上的电气设备的绝缘电阻时, 必须选用 1000~2500V 绝缘电阻表。测量 500V 以下电压的电气设备, 则以选用 500V 绝缘电阻表为宜。

测量电路如图 6-7 所示。

绝缘电阻表的测量方法如下。

1) 在测量前, 绝缘电阻表应先做一次开路试验, 然后再做一次短路试验。表针在开路试验中应指到 ∞ (无穷大) 处; 而在短路试验中能摆到 “0” 处, 这表明绝缘电阻表工作状态正常, 可测电气设备。

2) 根据被测电气设备的额定电压选用绝缘电阻表的电压等级: 一般测量 50V 以下的用电设备的绝缘, 可选用 250V 绝缘电阻表; 测量 50~380V 的用电设备的绝缘情况,

可选用 500V 绝缘电阻表。测量 500V 以下的电气设备, 绝缘电阻表应选用读数从零开始的表, 否则不易测量。因为在一般情况下, 电气设备无故障时, 其绝缘电阻在 0.5MΩ 以上时, 就能给电气设备通电使用。若选用读数从 1MΩ 开始的绝缘电阻表, 则对小于 1MΩ 的绝缘电阻无法读数。

选用绝缘电阻表外接导线时, 应选用单根的多股铜导线, 不能用双股绝缘线, 绝缘强度要在 500V 以上, 否则会影响测量的准确度。

3) 测量电气设备绝缘电阻时, 必须先断开设备的电源。如果是电容器或较长的电缆线路, 应放电后测量。

4) 使用绝缘电阻表时必须远离强磁场, 并且平放。摇动兆欧表时, 避免表受振动。

5) 测量前应清洁被测电气设备表面, 以免测量结果不准。

6) 在测电容器的绝缘电阻时, 电容器的耐压要大于绝缘电阻表输出的电压值。测完电容后, 应先取下绝缘电阻表线再停止摇动摇把, 以防已充电的电容向绝缘电阻表放电而损坏仪表。测完的电容要用电阻进

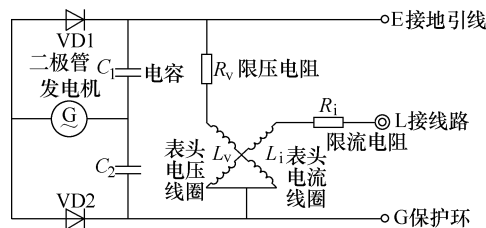


图 6-7 绝缘电阻表电路图

行放电。

7. 单相电能表的测量电路

电能表的选用是根据所选电能表的容量与电路中负载的大小来确定的,容量或电流选择大了,电能表不能正常转动,会因本身存在的误差影响计量结果的准确性;容量或电流选择小了,会有烧毁电能表的可能。一般应使所选用的电能表负载总瓦数为实际用电总瓦数的 1.25~4 倍。例如:家庭照明和家用电器总用电量约为 1100W,再乘以 1.5 倍,即为 $1100\text{W} \times 1.5 = 1650\text{W}$,选用电流容量为 10A 的电表为宜。

选用电能表时,还要注意电能表壳上的铅封是否损坏。一般电能表在出厂前要进行准确性校验,检查合格后,要对电能表的可拆部位做铅封,用户不得私自打开铅封。若铅封损坏,必须经有关部门重新校验后方可使用。电能表的测量方法有两种,如图 6-8 所示。

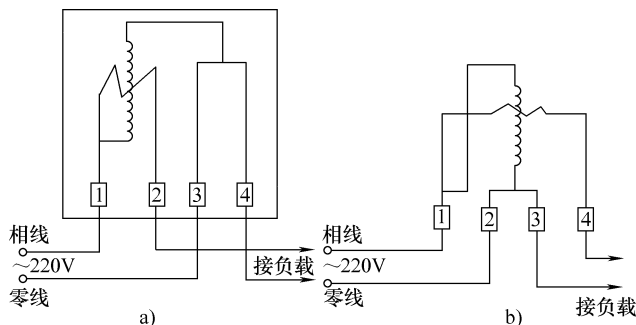


图 6-8 单相电能表的测量电路

8. 三相电能表的测量电路

三相电路有功电能表用于三相三线制和三相四线制电路中,根据不同的负载要求,可用一表法、二表法、三表法测量。每个电能表由电压线圈和电流线圈组成,第一组元件的电压线圈和电流线圈分别接 U_{uv} 和电流表;第二组元件的电压线圈和电流线圈分别接 U_{vw} 和第二个电流表。接线时,如果将任一端子接错,就会使铝盘反转,或虽然正转但读数不等于三相电路所消耗的电能,这一点要特别注意。

三相电能表接线图如图 6-9 所示。图 6-9a 为直接式接线图,图 6-9b 为带互感器式接线图。

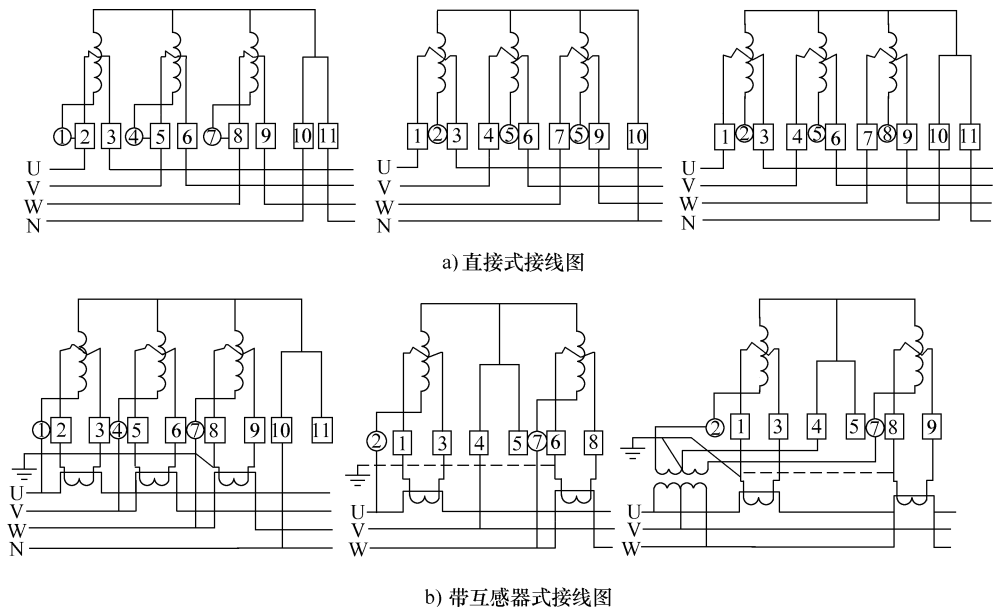


图 6-9 三相电能表接线

9. 万用表直流电流测量电路

将万用表左面转换开关置于 A 档,右面转换开关置于任意一个电流量程档位,就可组成图 6-10 直流电

流测量电路。

图中 $1\text{k}\Omega$ 电阻和可调电阻 $1.4\text{k}\Omega$ 始终与表头串联，作为温度补偿之用，其余电阻都作为分流电阻接成闭合式，当量程为 $50\mu\text{A}$ ，全部电阻作为分流电阻，包括 $12\text{k}\Omega$ 和 $2.25\text{k}\Omega$ 电阻在内。其余量程时，均把分流电阻的一部分串接在表头支路，而将实际的分流电阻减少，所以转换开关位于不同的量程档位，即可改变电流的量程。

10. 万用表直流电压测量电路

测量直流电压时，可将万用表的右面转换开关置于 V 位置，左面量程选择开关置于直流电压的任意一个档。这时测量电路组成，如图 6-11 所示。

从图 6-11 中可知，在测量直流电压时，分流电阻为 $1.5\sim 675\Omega$ 的四只电阻与 $12\text{k}\Omega$ 、 $2.25\text{k}\Omega$ 串联组成。而 $1\text{k}\Omega$ 及 $1.4\text{k}\Omega$ 电位器串联后与表头再串联，这与测 $50\mu\text{A}$ 直流电流时的电路是一样的。

附加电阻电路为共用式，其中 2.5V 档的附加电阻为 $11.4\text{k}\Omega + 35.6\text{k}\Omega = 47\text{k}\Omega$ 。其余各档随量程的提高，其附加电阻也相应增加，如 500V 档的附加电阻为 $5\text{M}\Omega$ 、 $3\text{M}\Omega$ 、 $1\text{M}\Omega$ 、 $800\text{k}\Omega$ 、 $150\text{k}\Omega$ 、 $47\text{k}\Omega$ 等 6 个电阻串联，共为 $10\text{M}\Omega$ ，故直流电压档的电压灵敏度为

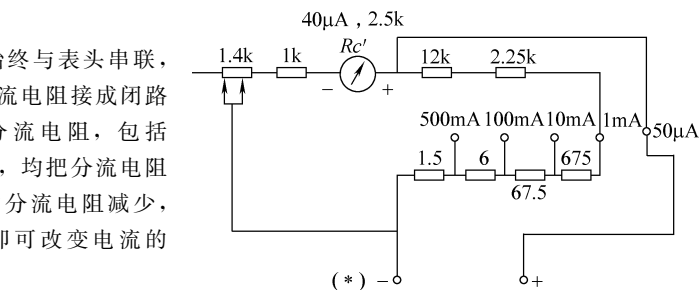


图 6-10 万用表直流电流测量电路

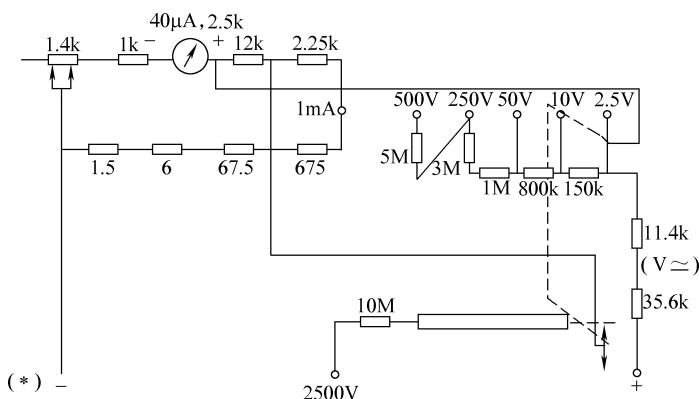


图 6-11 万用表直流电压测量电路

$$10\text{M}\Omega/500\text{V} = 20000\Omega/\text{V}$$

测高压 2500 伏时，只要量程开关不放在 2.5V 档位上，其余各档均为其提供通路。测棒与“ 2500V ”和“ $*$ ”两个插孔相接。高压档专用 $10\text{M}\Omega$ 电阻作为附加电阻，而不用 $25\sim 500\text{V}$ 的附加电阻。但分流电阻与 $25\sim 500\text{V}$ 档不同。

11. 万用表交流电压测量电路

测量交流电压，可将右面转换开关置，左面量程选择开关置于交流电压的任意一个档，这时测量电路组成，如图 6-12 所示。

这时与表头并联的分流电阻，仍与直流电压档相同，只是另外串联一个 $2.25\text{k}\Omega$ 的电阻。再用 $3.8\text{k}\Omega$ 电阻分流，使表头灵敏度比起测直流电压时降低。

该表采用半波整流电路，整流效率低。但因其附加电阻与直流电压的附加电阻共用，如交流 250V 档的附加电阻恰为直流电压 50V 档的附加电阻，两者相差达 5 倍。可见交流电压档的电压灵敏度为直流电压的五分之一。

$$2000\Omega/\text{V} \div 5 = 400\Omega/\text{V}$$

这就是用降低附加电阻的办法，补偿由于整流效率低而使表头电流下降。做到交流电压与直流电

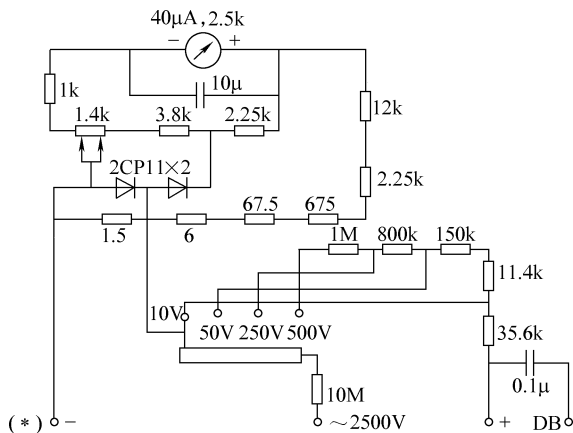


图 6-12 万用表交流电压测量电路

压的刻度基本一致。

测 2500V 交流高压, 用专配的 10M Ω 附加电阻。被测高压接于“2500V”和“*”两个插孔之间, 量程开关可置于 10~500V 任意一档。

此外表头并联一个 10 μ F 电解电容, 用来平滑整流的脉动电压, 使万用表测低于 10Hz 的低频时, 指针不至抖动。

12. 万用表直流电阻测量电路

当转换开关置于电阻测量档时, 其电路组成如图 6-13 所示。500 型万用表的欧姆档, 采用分压式调零电阻器, $\times 1 \sim \times 10k$ 各档的欧姆中心值分别为 10 Ω 、100 Ω 、1k Ω 、10k Ω 、100k Ω 。如 $\times 1$ 档, 欧姆分流电阻为 9.4 Ω , 再加上电池内阻约为 1 Ω , 并考虑与其他电路的并联, 则该档的有效内阻为 10 Ω 。因此欧姆中心值也是 10 Ω 。

$\times 10k$ 高阻档, 其电池电压为 1.5V+9V, 同时又去掉了分流电阻, 串联一个 85.2k Ω 的电阻, 所以中心阻值为 100k Ω 。

由上面分析可以看出, 随着欧姆量程的提高, 为使表头灵敏度不受影响, 采用了提高电

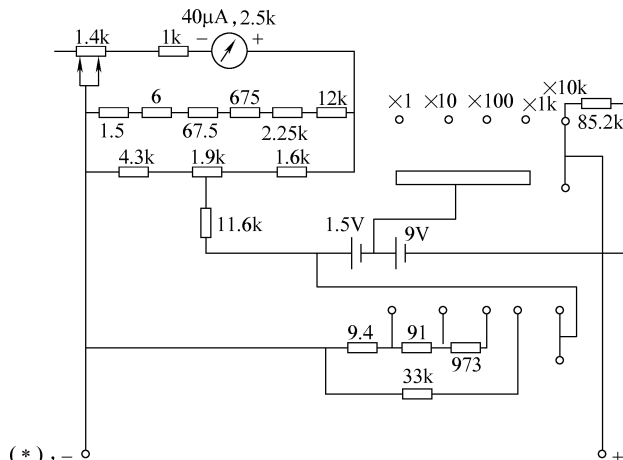


图 6-13 直流电阻测量电路

13. 相序测量指示电路

三相电源的相序对某些设备有直接影响。例如相序不同, 三相电动机的转动方向就不同; 相序有错, 电能表的计量就不准确。因此, 常常要预先知道三相电源的相序。

图 6-14 中有三种相序指示器, 均能指示三相电源的相序。

左边的相序指示器使用两只灯泡和一只电容器。在 U、V、W 顺向相序时, 左边的灯泡暗, 右边的灯泡较亮; 而在逆向相序时, 则相反, 即左边的灯泡较亮, 右边的灯泡较暗。

中间的相序指示器使用氖灯和电阻代替左边的相序指示器中的两只灯泡, 功耗大为降低, 使用起来也方便。氖灯在相序指示器中相当于加有自动开关的指示灯: 顺向相序时, 氖灯不

亮; 逆向相序时, 氖灯亮。这种相序指示器, 要么亮, 要么不亮, 指示明确、可靠。

右边的相序指示器与中间的相序指示器的指示方式相同, 但电路复杂。

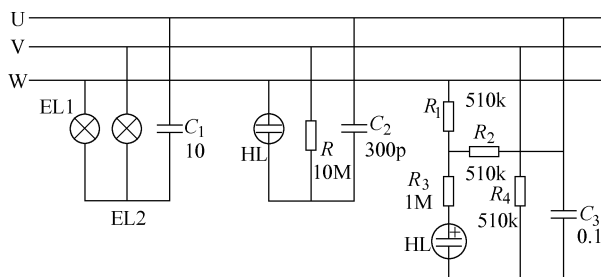


图 6-14 相序测量指示电路

14. 电感线圈短路测量电路

该仪器用于测试几百伏安以下变压器的内部短路。电路简单, 制作调试容易。

该仪器电原理图如图 6-15 所示。图中, 晶体管 VT 与电感线圈 L 及电容 C₄、C₅ 等构成电容三点式振荡电路。当被测的电感线圈跨接到振荡回路端时, 若无内部短路, 则呈高阻抗, 不影响振荡器工作, 此时毫安表读数变化甚微。而如果被测线圈内部有短路, 那么呈低阻抗, 使振荡回路的 Q 值下降, 造成振荡减弱或停止, 这时毫安表的读数会快速下降。图中, R_s (限流)、VS (稳压) 和 C₁ (滤波) 构成简易稳压电源。

VT 的电流放大倍数 β 应不小于 100。L 可采用 MXO-2000-GU36 $\times$ 22 的罐形磁心, 用 Φ 0.35mm 的漆

包线绕 120 匝。为了缩小体积, 电源可用 9V 叠层电池。毫安表可用万用表的相应电流档替代。其余元器件如图 6-15 所示型号或参数选用。

把所有元器件设计安装在一小块印制电路板上, 整机可以装到一只精致的肥皂盒内或自己设计制作的小机壳内。开关 S 和毫安表的测试棒插座应安装在机壳上, 便于使用。

调试步骤如下。

先把 RP1、RP2 的阻值调到最大, 然后缓慢减小 RP1, 这时毫安表的读数应上升; 当毫安表的电流上升到 0.4mA 时, 再继续减小 RP1 的阻值时, 毫安表的读数会突然跳到 1.2~1.4mA, 这说明振荡器已起振了。然后再调节 RP2, 使毫安表的读数在 1.4~1.6mA。最后把一个变压器人为地造成短路 (即用导线从线包和铁心之间的空隙穿绕 1~2 圈, 并把其首尾相接做成一个短路环), 进行测试, 毫安表的读数应从 1.4mA 突降到 0.4mA; 如果只降到 1.2mA, 说明 VT 的振荡幅度太大, 这时应增大 RP1 的阻值, 至到毫安表降到 0.4mA 左右为止, 这时即可封死可调电阻 RP1, 调试结束。

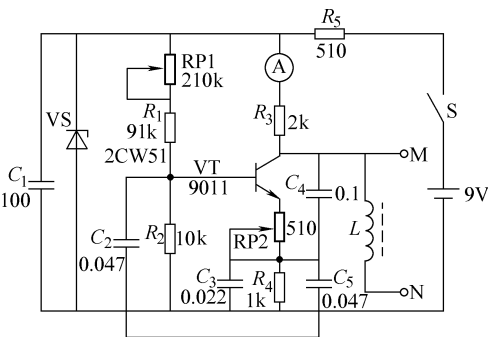


图 6-15 电感线圈短路测试电路

15. 接触电阻测量电路

接触电阻测量电路如图 6-16 所示。它主要由恒流电路和放大电路组成。运放 IC1 和晶体管 VT 构成一个跟随器, R_3 两端的电压等于稳压管 VS1 的额定稳定电压。由于 R_3 的阻值固定, 因此, 通过 R_3 的是一个恒定的电流。被测电阻串在 A、B 端, 在 R_3 与被测电阻的连接点, 分值电流很小, 所以可以把通过被测电阻与 R_3 的电流视为相同, 这样, A、B 端间的电压仅与接在 A、B 端被测电阻有关 (成正比关系), 对电阻的测量转换成对电压的测量。运放 IC2 和其外围阻容元件构成反向放大器, 对 A、B 间的电压进行放大, 放大倍数为 R_4/R_2 。C₁、C₂ 是 IC2 所需的记忆电容。毫伏表接在 IC2 的输出端, 测量 IC2 的输出电压。假定 IC2 的输出电压为 V_o 、电压放大倍数为 K_v 、VD1 的额定稳定电压为 V_w 、被测电阻为 R_n , 则有

$$V_o = V_w R_1 R_n / R_3 R_2$$

$$R_x = R_2 R_3 V_o / R_1 V_w$$

图中, T、VD3~VD6、IC3 等元器件构成直流稳压电源, 在测量仪使用交流市电时, 输出稳定的 12V 电压。

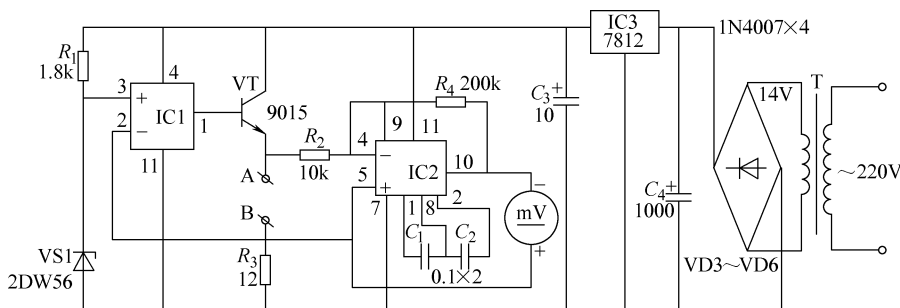


图 6-16 接触电阻测量电路

16. 压力测量电路

图 6-17 是一种测量电路, 当作用力为 0~1500g 时, U_o 输出 0~1500mV (灵敏度 1mV/g)。电源由 ±12V 供电, 力传感器由 12V 经 3 个二极管降压后 (约 10V) 供电。A1~A3 组成仪器放大器, 其差动输入端直接与力传感器②脚、④脚连接。A4 接成跟随器, 输入电位器 RP2 的电压, 其作用是消除零点输出, 即作用力为零时, 若电桥有不平衡输出或放大器有失调电压时, 可以调整 RP2, 使输出 $U_o = 0V$ 。调整 RP1 (调放大倍数) 可以在满量程 1500g 作用力时, 使 $U_o = 1500mV$ 。

为保证仪器放大器的精度, 电阻应采用金属膜电阻, A1~A3 中的电阻精度为 1% 或经过配对为佳。

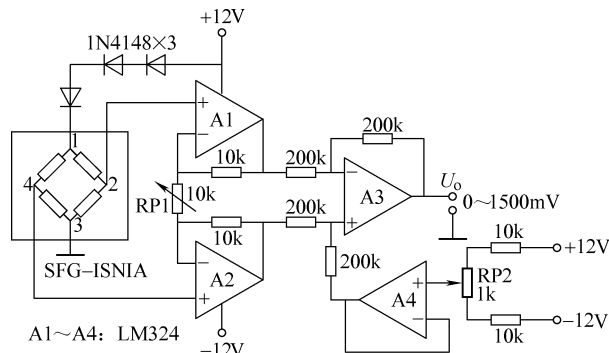


图 6-17 压力测量电路图

17. 土壤湿度检测电路

科学种田，要掌握土壤的湿度。土壤湿度测试电路，可以粗略的判断土壤的湿度。采用 LED 七色发光二极管来指示土壤相对湿度的大小，使用十分方便，且有趣。

(1) 电路组成及工作原理 土壤湿度测试仪电路由湿度传感器检测探头、晶体管 VT、二极管 VD1~VD6、发光二极管 LED1~LED7、电位器 RP、电源开关 S 和 9V 电源组成，如图 6-18 所示。

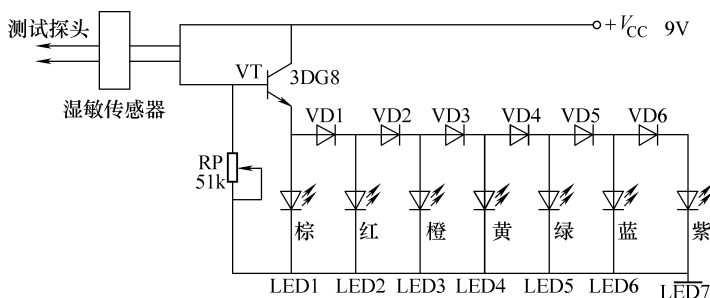


图 6-18 土壤湿度检测电路

在湿度检测探头未插入土壤中或土壤太干时，VT 和 VD1~VD6 均处于截止状态，LED1~LED7 均不发光。当土壤有一定湿度时，土壤中的水分使湿度检测探头两电极之间的阻值变小，VT 导通，LED1~LED7 顺序点亮，依次发出棕红橙黄绿蓝紫七种颜色，土壤的湿度越大，VT 的导通能力越强，点亮发光二极管的个数就越多。按照发光二极管点亮的多少，来说明土壤的湿度大小。

(2) 元器件选择 RP 选用合成膜电阻器。VD1~VD6 均选用 2CP11 型硅普通二极管。LED1~LED7 均选用 $\phi > 3\text{mm}$ 的高亮度发光二极管。

18. 红外线人体探测电路

红外线人体探测器采用红外线传感器，能以非接触形式检测出物体放射出来的红外线能量变化，并将其转换成电信号输出。它的封装通常有金属封装及塑料封装两种形式，热释红外线传感器从内部结构上区分，有单元件和双元件两种。双元件型接收波长为 $6.5 \sim 14\mu\text{m}$ ，适用于防盗系统人体感应。单元件型接收波长为 $1 \sim 20\mu\text{m}$ ，适用于温度遥感，但同样可应用于防盗及自动控制系统。

为了提高热释红外线传感器的接收灵敏度，通常在传感器前外加菲涅耳透镜，使得大量的红外线光脉冲进入热释红外线传感器，提高控制距离，一般可达 10m 以上。如图 6-19 所示是一个双脉冲红外线人体探测器。这个电路采用双元件型热释红外线传感器作为电路的探测器，当探测器接收到人体信号时，输出一个微弱的低频信号，其频率约为 $0.3 \sim 3\text{Hz}$ 。A 1-4 和 A 1-3 组成两级低通滤波放大器，A 1-1 和 A 1-2 组成窗口比较器。A 2-1~A 2-4 构成单限比较器， U_{o1} 端高电平表示有输出信号。 U_{o1} 端可用于检测缓变信号。

LED 熄灭。

(2) 电路元器件参数见原理图

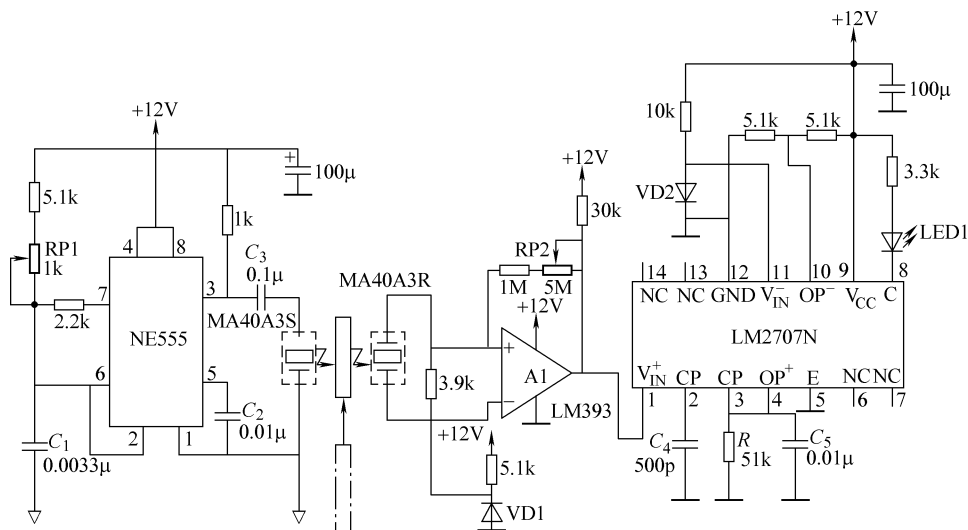


图 6-21 超声波直接探测电路

21. 下雨检测电路

图 6-22 给出了一个湿度检测器的电路。传感器（湿度检测元件）是由两组细导线丝组成，导线丝每根相距很近，大约为 2mm。当有雨点降落或者空气湿度很大时，两组导线丝间便构成导电通路，6V 的电源电压通过电阻 R_1 加到晶体管 VT1 的基极上，使 VT1 导通， R_2 上的电压降使晶闸管 VS 导通，报警器发出报警信号。只有断开开关 SA 才能停止报警。晶体管 VT1 为 2N3706，可用国产型号 3DK9B 代替。

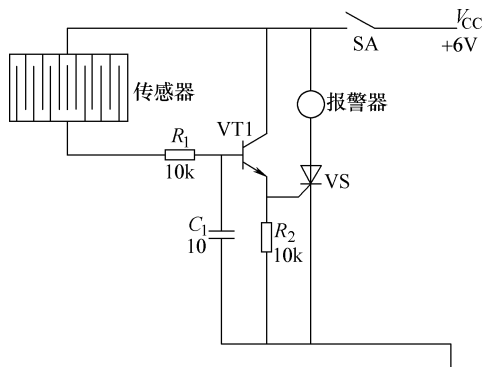


图 6-22 湿度检测器

22. 电感测厚电路

(1) 电路组成 电感测厚电路由电桥式相敏检波测量电路组成，如图 6-23 所示。图中电感 L_1 和 L_2 为电感传感器的两个线圈，由 L_1 、 L_2 构成桥路相邻两桥臂，另外两个桥臂是 C_2 、 C_3 。桥路对角线输出端由 VD1~VD4 和附加电阻 R_1 ~ R_4 组成相敏整流器，电流由电流表 PA 指示。RP1 是调零电位器，RP2 用来调节电流表满刻度值。电桥电源由变压器 T 供电。T 采用磁饱和稳压器， R_5 和 C_4 起滤波作用。

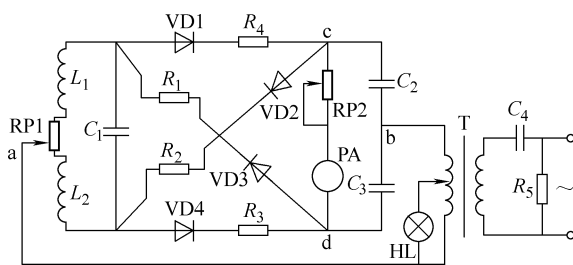


图 6-23 电感测厚电路

(2) 电路工作原理 当电感传感器中的衔铁处于中间位置时， $L_1 = L_2$ ，电桥平衡， $U_o = U_d$ ，电流表 PA 中无电流流过。

当被测件的厚度发生变化时， $L_1 \neq L_2$ ，此时分两种情况：

1) 若 $L_1 > L_2$ ，不论电源极性瞬间如何，则 d 点电位总是高于 c 点电位，电流表 PA 的指针向一个方向偏转。

2) 若 $L_1 < L_2$ ，c 点电位总是高于 d 点电位，PA 的指针向另一个方向偏转。

根据电流表的指针偏转方向及刻度看出衔铁的位移方向，同时计算出被测件的厚度变化量大小。

23. 温度测量电路

(1) 元件简介 EL—700 是新型厚膜铂电阻，是一种高精度温度传感器。

它是目前世界上尺寸最小的厚膜铂电阻（尺寸为 $1.2\text{mm} \times 1.65\text{mm}$ ），除与一般铂电阻温度传感器有相同的 100Ω 阻值外，还有阻值高十倍的（ $1\text{k}\Omega$ ）品种。由于它具有尺寸小、阻值高、灵敏度高、热容量小，响应时间快等优点，因而被广泛用于温度测量中。

EL—700 在阻值上有两种，其温度系数也不同： 100Ω 的， $\alpha=0.00385/^{\circ}\text{C}$ ； $1\text{k}\Omega$ 的， $\alpha=0.00375/^{\circ}\text{C}$ 。在封装上有焊上铂线引脚的及无引脚的（用户自行焊接）。带引脚的外形如图 6-24 所示。

(2) EL—700 主要参数 见表 6-1。

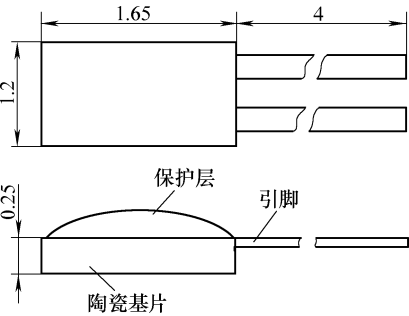


图 6-24 EL—700 引脚的外形图

表 6-1 EL—700 主要参数

参 数	性 能
测量温度范围	$-200 \sim +540^{\circ}\text{C}$
0°C 时阻值误差	$(1000 \pm 2)\Omega$ 或 $(1000 \pm 1)\Omega$ $(100 \pm 0.2)\Omega$ 或 $(100 \pm 0.10)\Omega$ (供用户选择)
响应时间	在水速 1m/s 时， $<0.15\text{s}$ ；在金属表面时， $<1\text{s}$ ；在空气速度 3m/s 时， $<4\text{s}$
自热效应	$>0.3\text{mW}/^{\circ}\text{C}$
互换性	$\pm 2\%R_o$ 的为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ， $\pm 0.1\%R_o$ 的为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$
长期稳定性	优于 $0.25^{\circ}\text{C}/\text{年}$
工作电流	$1\text{k}\Omega$ 的小于 2mA ； 100Ω 的小于 5mA ，建议采用最大电流为 1mA 为宜，以避免自热影响精度

(3) 测量电路 图 6-25 为采用 EL—700（ 100Ω ）铂电阻的测温电路，测温范围为 $+20 \sim +120^{\circ}\text{C}$ ，相应的输出为 $0 \sim 2\text{V}$ ，输出的电压可直接输入单片机作显示及控制信号（若单片机无 A/D 转换器，则需经 5G14433 后再输入）。

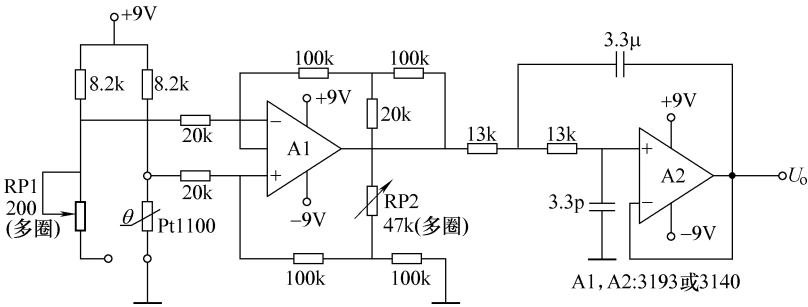


图 6-25 EL—700（ 100Ω ）铂电阻测温电路

铂电阻接在测量电桥中，为减少连接线过长而引起的测量误差，所以采用三线制。由 A1 进行信号放大，放大后的信号经 A2 组成的低通滤波器滤去无用杂波。

调整时采用标准电阻箱来代替传感器。在 $t=20^{\circ}\text{C}$ 时，调 RP1，使输出 $U_o=0\text{V}$ ；在 $t=120^{\circ}\text{C}$ 时，调 RP2，使 $U_o=2.0\text{V}$ 。

若采用 $1\text{k}\Omega$ 的铂电阻， $8.2\text{k}\Omega$ 改成 $18\text{k}\Omega$ ， $20\text{k}\Omega$ 改成 $68\text{k}\Omega$ ，RP1 改成 $2\text{k}\Omega$ 电位器。

24. 电热毯内部断线测量电路

图 6-26 为电热毯内部断线查找电路,其工作原理是:M 点焊有一根 2cm 左右的导线为感应体,当感应体靠近带电的市电火线侧时,感应电压经 VD 整流,由 VT1~VT3 组成的复合管放大,加到 VT4 的基极,使 VT4 导通,LED 发光显示;而当感应体远离火线或火线不带电时,因无感应电压 VT1~VT3 无输出,VT4 得不到偏流而截止,LED 熄灭。

元器件选择及制作如下。

三极管的值 $\beta > 20$, I_{co} 尽可能小;发光二极管 LED 可任选一种型号;电阻 R 的数值一般为几十欧,RP 为半可变电阻。

调试时,应将感应体(感应试电笔)靠近带电火线,改变 RP 的阻值,使 LED 由熄灭到发光,而当离开火线时,LED 应熄灭。

使用测电笔检查电热毯时,应将电热丝与电源线的两个接头断开任何一个,用绝缘包布将断开的线头包好,再把电源线插头与电阻丝相连的一侧插入带电的火线插孔(为防触电,也可串一个耐压足够的小电容),使测电笔的感应体靠近电热丝,从没有断开的那一头顺次寻找,一旦 LED 熄灭,便找到了折断处。

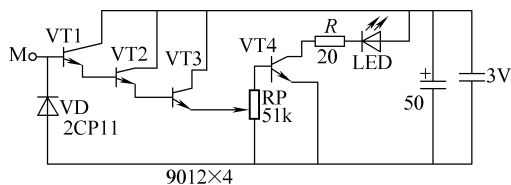


图 6-26 电热毯内部断线测量电路

25. 湿度测量电路

适用于有湿度限制的场合,当湿度超过规定值时发光报警。

(1) 工作原理 电路结构如图 6-27 所示,由湿敏电阻 R_s 和 555 时基集成电路等组成。当湿度上升时,湿敏电阻 R_s 阻值下降,电阻 R_1 上交流电压增大,经 VD2 整流后在电位器 RP 上产生的直流电压就升高。当湿度升高到限定值以上时,555 时基电路的触发端②脚和阈值端⑥脚电压升高到电源电压的 $1/3$ (即 $V_{\text{CC}}/3$),其输出端③脚输出变为低电平,发光二极管 LED 发光报警。这时,应进行去湿。当湿度低于一定值时, R_s 阻值升高,则 R_1 上电压降低,555 时基电路的②、⑥脚电压低于电源电压的 $1/6$ (即 $V_{\text{CC}}/6$) 时,输出端③脚输出变成高电平,LED 熄灭。555 时基电路控制端⑤脚的外接电阻 R_3 可改变 555 的输入电平阈值,且使⑤脚电压降为其电源电压的 $1/3$ 左右 (即 $V_{\text{CC}}/3$)。555 时基电路直流电源电压是由市电经变压器变压、VD1 半波整流、电容 C_1 滤波、稳压管 VS 稳压成 7V 左右提供。

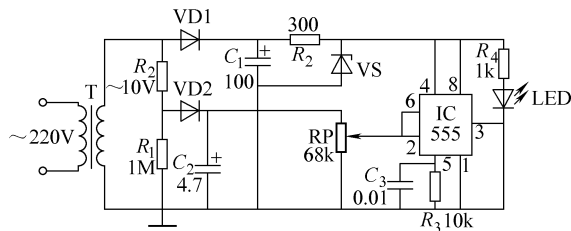


图 6-27 湿度测量电路

(2) 元器件选择 555 时基电路选用 5G1555、NE555、LM555 等均可;湿敏电阻选用塑料封装的 MS01-A 或 MS01-B (片状);稳压管用 2CW1 或 2CW12,要求稳压为 7V;LED 选用 BT401 等;变压器 T 用电铃变压器,要求二次侧输出为 6~10V,电流 50mA 以上,若自制可选用厚 15mm 的 GE1-12 硅钢的铁心,一次侧用 $\Phi 0.08\text{mm}$ 高强度漆包线绕 5500 匝,二次侧用 $\Phi 0.20\text{mm}$ 漆包线绕 240~250 匝,浸清漆后烘干。

(3) 安装调试 购买印制电路板一块,装插元件,结合电路原理图检查正确无误后,在焊接面焊好。调试时,湿敏电阻 R_s 周围相对湿度在 30%~90% 变化时,其阻值会从数千欧到数百欧之间相应变化。在湿度处于上限值时,开机十分钟后,调节电位器 RP,把其移动点调至与地电阻最大处,这时,发光二极管 LED 应发光提示。然后再把中心点慢慢下调,直至发光二极管 LED 刚好熄灭,报警湿度上限就设定好了。

为了测试方便,可把 R_s 制成探头形式,然后用导线连接到报警电路的盒中。

26. 粮食湿度检测器电路

粮食收购季节,粮管部门对粮食的湿度有一定的要求。目前很多地方仍采用手摸牙咬的最简单的方法来判断粮食的湿度,其准确性较差。采用如图 6-28 所示的粮食湿度检测器可以快速、准确、直观地给出被测粮食的湿度。它的工作原理基于平板电容器的电容量与其介质有关。两块面积相同、距离固定不变的铜板构成一个平板电容器,当粒状的粮食放在平板电容器两平板之间时,介质由原来的空气变成了粒状物体,

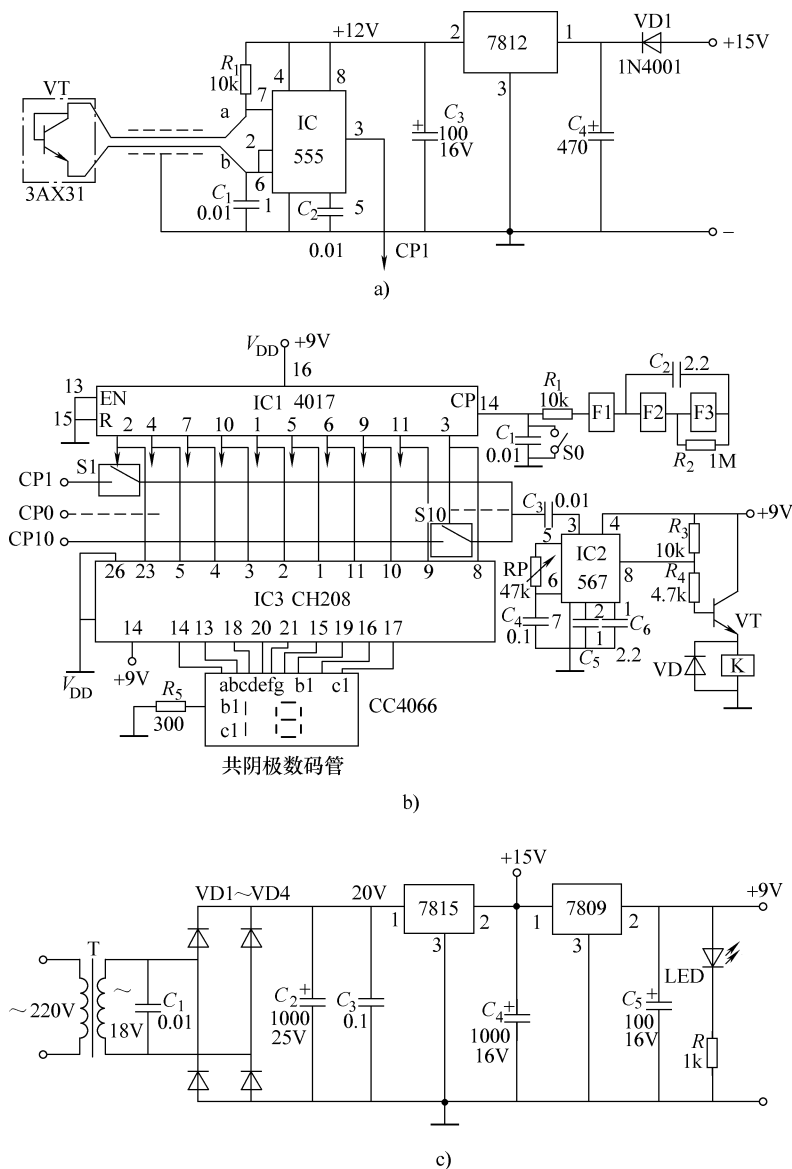


图 6-30 多路巡回检测控制电路

(2) 检测控制原理 图 6-30a 中, 采用锗晶体管做温度传感器, 当温度发生变化时, 其发射极与集电极之间的阻值也随着变化, 导致 555 时基电路产生的振荡频率随着锗晶体管的温度成比例的变化, 实现了温度-频率转换。由于 555 时基电路输出信号功率较大 (200mA、12V), 所以, 输出的频率号无需放大, 可直接驱动后续电路。这样的温度频率转换电路需要制作 10 个, 分别放置在需要报警的设备中。

图 6-30b 中, 由 F1~F3 (CC4069) 组成约 0.2Hz 的触发脉冲电路, 每 5s 向 IC1 的 CP 端送一个脉冲, 使 IC1 循环计数, 即输出端依次出现高电平, 致使 S1~S10 (CC4066) 模拟开关依次导通, 使由温度-频率转换电路来的频率信号依次送到耦合电容 C₃ 的输入端。

由 IC2 567 译码电路和外围元件组成的频率译码电路对依次送来的频率信号进行检测。当某一路温度超过限定范围时, 其频率将达到设定值, 经 IC2 译码, 解出这个频率信号, 使 IC2 的 ⑧脚输出低电平, 使晶体管 VT 导通, 继电器 K 吸合, 其触点闭合, 可带动蜂鸣器发音报警。

当 IC1 依次计数时, IC3 CH208 输入端也依次呈高电平, 经 CH208 译码后输出相对应的字段信号, 驱

动共阴极数码管显示，实现与报警电路相同步。

如图 6-30c 所示的电源电路采用了二级稳压方式，7815 输出 15V 电压经过长距离导线送入现场温度-频率转换电路，7809 输出 9V 电压供巡检、报警电路使用。

29. 压力传感器测量电路

图 6-31 是压力传感器测量电路，压力传感器的标称电阻为 120Ω 。电路中的放大器是采用 AD521 运算放大器，增益为 100，它由 R_s/R_G 决定；A/D 转换器采用 ICL7107，用数字显示其测量的压力。AD521 的输出也可以接模拟或数字电压表，显示测量的压力。

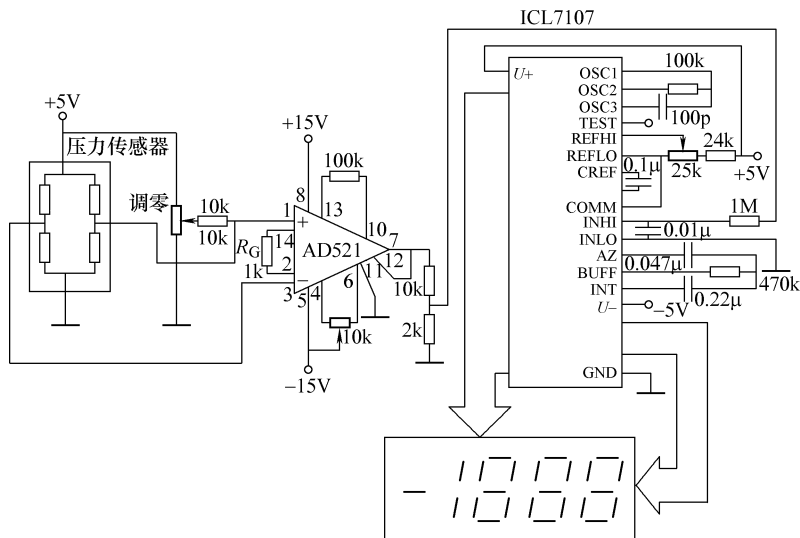


图 6-31 压力传感器测量电路

30. 过电压检测电路

过电压对于电源来说是一个非常有害的信号，雷电等引起的瞬时高电压如果不加遏制，直接由电源引入 RTU（远程终端设备）则会影响其电源模块的正常工作，使各功能模块的工作电压升高而工作不正常，严重时损坏模块，烧坏元器件（IC）。典型过电压形成的冲击电压脉冲如图 6-32 所示。

过电压保护的基本原理是在瞬态过程电压发生时（微秒或纳秒级），通过过电压检测电路对这个信号进行检测。过电压检测电路中主要的元件是压敏电阻。压敏电阻相当于很多串并联在一起的双向抑制二极管。电压超过钳位电压时，压敏电阻导通；电压低于钳位电压时，压敏电阻截止。这就是压敏电阻的电压钳位作用。压敏电阻工作极为迅速，响应时间在纳秒级。

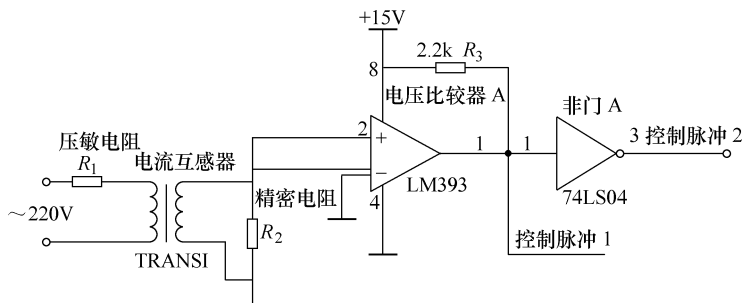


图 6-32 过电压检测电路

31. 单片机测量电路

单片机控制电路如图 6-33 所示。它的主要功能是完成对过电压的瞬时值和峰值的检测、过电压次数的检测、电源输出电压和电流的检测，并通过键盘的操作显示出各个检测值的大小；同时通过 485 接口和上位机实现通信，在有过电压的时候通过控制电路启动备用电源，实现对电源本身的保护。

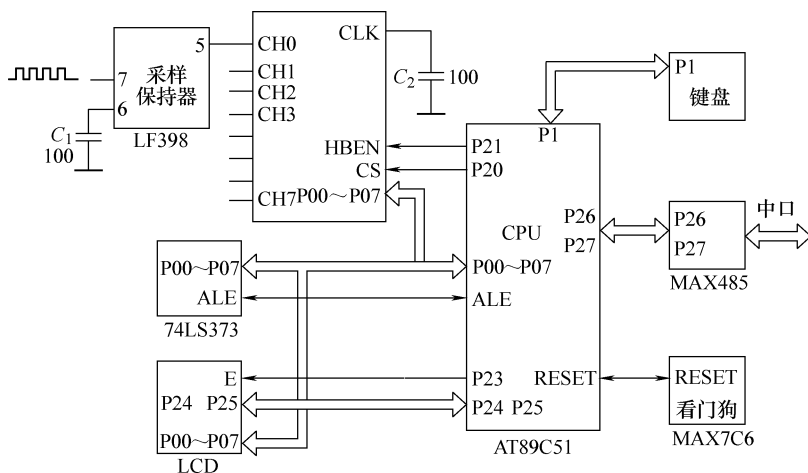


图 6-33 单片机测量电路

软件设计如下。

系统软件主要由主程序、键盘扫描子程序、显示器程序和通信子程序等组成。主程序由初始化、看门狗置位、键盘扫描子程序、中断子程序组成。主程序主要进行分配内存单元、设置串行口等器件的工作方式和参数,为系统正常工作创造条件。在主程序运行的过程中,通过按键可以显示检测的各个量的值;同时在系统过电压和干扰信号产生时,液晶显示屏会显示提示信息,使电源实现“透明”,便于电源的管理。在本系统中,键盘采用的是由 P1 口组成的 3×3 行列矩阵式键盘。由于键盘程序的技术已经相当成熟,所以具体过程不做介绍。

为了实现与目前应用较为广泛的 MODICON 系列测控系统的连接,本系统选用了控制系统中较为通用的 MODBUS 协议进行通信。MODBUS 协议采用主-从通信方式,它规定把各个报文封装成对应的一帧数据,以帧为单位传输数据。主站发送的报文包括接收者地址、任务、任务数据、校验方式等内容;从站响应信息报文包括从站地址、所执行的任务、执行任务得到的数据、校验方式等内容。MODBUS 协议有两种报文组成结构(又称传输模式),分别是 ASCII(美国信息交换码)模式和 RTU 模式。同一 MODBUS 总线网络上的所有站点设备都必须使用相同的模式和对应的串口通信参数。本例采用的是 RTU 报文传送方式。RTU 模式的报文字符由 8 位二进制编码组成,每个字符包含 1 位起始位、8 位数据位和 2 位停止位(无奇偶校验)。RTU 模式的文字符号必须以连续数据流的形式传送,每帧以至少 3.5 个字节时间的停顿间隔开始传输,同样以至少 3.5 个字符时间的停顿标志传输的结束。通信程序已经发展得比较成熟,具体的框图省去。通信程序软件运行时随串行口,若证实为上位机通信请求,则发应答信号,实现“握手”,然后按上位机要求发送或接收数据。发送时,将本机检测的电压值、电流值向上发送,接收时则将上位机发来的系统设置参数进行差错判断后放入本机原设置单元,然后再由软件根据设置值进行相应处理。

32. 加速度测量电路

3265 是 EG&G IC 传感器公司用微细加工工艺技术生产的集成加速度传感器。该传感器由一片单晶硅片做成的压电加速度传感器及另一片信号处理专用集成电路芯片两部分组成, 安装在 16 脚 DIP 封装中, 如图 6-34 所示。与同类产品相比较, 其结构更简单, 工艺更先进, 并进一步降低了生产成本。该加速度传感器除用于震动、撞击、碰撞的测量, 升降机及运输系统速度的控制、地震监测、航空及航天上的应用外, 主要用于汽车正面及侧面防冲击气囊系统, 保护人身安全。

(1) 主要特点 采用单晶硅材料, 具有更好的温度特性; 线性度极好, 非线性误差在全量程范围内仅为 $\pm 0.2\%$; 内部有专用集成电路对信号进行放大、滤波等处理, 输出信号电压范围为 $0.5\sim 4.5\text{V}$, 可以直接与单片机连接, 其最大过载可达 5000g (g 为重力加速度, 不是克, 下同); 并且具有模拟自测试功能 (用户可在静止状态通过加电压对传感器进行测试)。

(2) 主要技术参数 该系列加速度传感器有 4 种量程范围: $\pm 5g$ 、 $\pm 10g$ 、 $\pm 25g$ 及 $\pm 50g$ 。前两种的

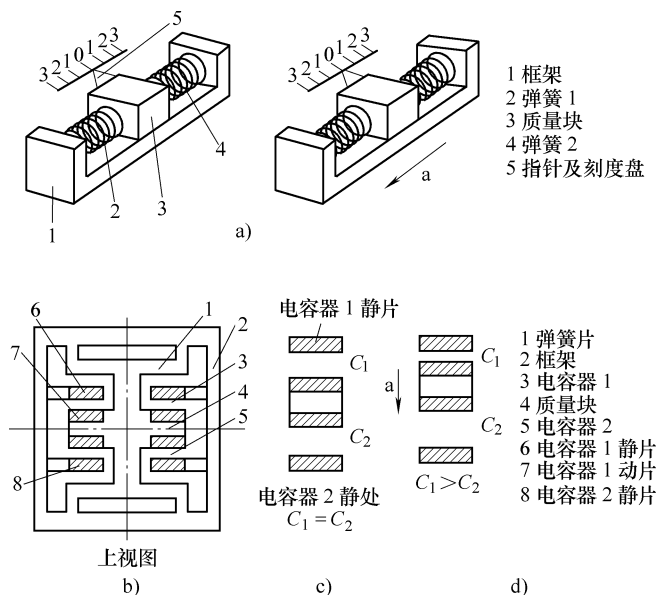


图 6-34 测量原理

工作温度范围为 $-10\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，非线性误差为 $\pm 2\%$ ；后两种的工作温度范围为 $-40\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，线性误差为 $\pm 0.2\%$ 。另外，前两种的最大过载为 3000g ，而后两种为 5000g ，其余性能都相同。

零输出电压为 $(2.5\pm 0.2)\text{V}$ ，最大量程范围输出为 $0.5\sim 4.5\text{V}$ ；带宽（ $\pm 3\text{dB}$ ）为 $0\sim 2000\text{Hz}$ ；工作电压为 5V ；自测试电压为 5V （在自测试电压作用时，其输出端有一定电压输出）；耐静电击穿电压为 2000V ；交叉轴灵敏度为 $\pm 3\%$ 满量程（典型值）。

（3）工作原理 加速度计的测量原理如图 6-34a 所示。它由质量块 3、两根弹簧 2 及 4、框架 1 及指针和刻度盘 5 组成。在静止状态时，装在质量块上的指针处于零位。当有一定的加速度作用于框架时，质量块受加速度的影响产生惯性力，使弹簧 2 伸长、弹簧 4 压缩，直到力平衡时为止。与此同时，指针相对于刻度盘移动而指示出加速度值（图 6-34a 右图）。

由图 6-34a 可知，该加速度计是纯机械装置，如何输出与加速度成比例的电信号呢？EG&G IC 传感器公司采用了差动电容的结构，使输出的电容量的差值与加速度成比例。图 6-34b 是这种差动电容式加速度传感器的结构示意图。其中间“十字形”是质量块 4、其质量块上下两端连接的是弹簧片 1、外部是框架 2。十字质量块横臂上下做了两对电容器的动片 7，而在框架上相应地做了上下两对静片 6 与 8，左右对称的动片与动片及静片与静片是相互连接的，从而形成电容器 1（ C_1 ）及电容器 2（ C_2 ）。

静止状态时，两动片的位置在两静片位置的中间，使 C_1 的电容量与 C_2 相符，如图 6-34c 所示；当有加速度作用于框架时，质量块受惯性力移动，如图 6-34d 所示， $C_1 > C_2$ ，电容量的差值与加速度成比例。在实际的结构中，有较多的动片及静片，组成梳状结构，增加输出电容的差值，提高传感器的灵敏度。该加速度传感器经专用集成电路信号处理检测出 $0.001\mu\text{m}$ 的位移。

电路如图 6-35 所示，其中 3265 选用 $\pm 5\text{g}$ 量程的，输出电压 U_0 为 $-5\sim+5\text{V}$ 。静止状态时（加速度为零），调 RP1，使输出 U_0 为零；当加速度为 5g 时，调 RP2，使输出电压 U_0 为 $+5\text{V}$ 即可。

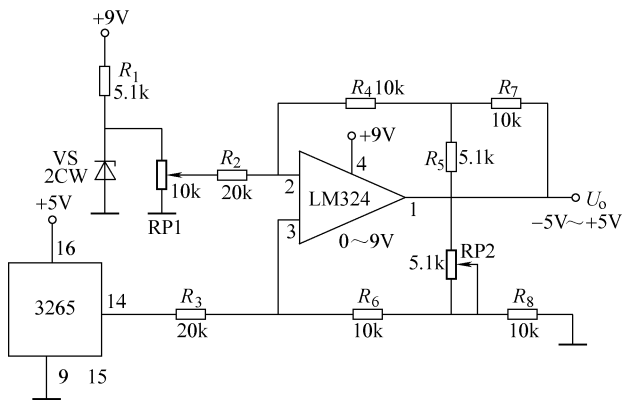


图 6-35 加速度测量电路

33. 压电式传感器测量电路

压电式传感器的灵敏度有电压灵敏度 k_u 和电荷灵敏度 k_q 两种，它们分别表示单位力产生的电压和单位力产生的电荷。它们之间的关系为

$$k_u = \frac{k_q}{C_a}$$

测量电路如下。

根据压电元件的工作原理及上节所述的两种等效电路，与压电元件配套的测量电路的前置放大器也有两种形式：一种是电压放大器。其输出电压与输入电压（压电元件的输出电压）成正比；另一种是电荷放大器，其输出电压与输入电荷成正比。

(1) 电压放大器 电压放大器的作用是将压电式传感器的高输出阻抗经放大器变换为低阻抗输出，并将微弱的电压信号进行适当放大。因此，把这种测量电路称为阻抗变换器。图 6-36 是电压放大器，其中等效电阻

$$R = R_a // R_i$$

等效电容

$$C = C_i + C_c + C_a$$

(2) 电荷放大器 如图 6-37 所示是电荷放大器，它是一种较好的冲击测量放大器。这种放大器实际上是一种具有深度电容负反馈的高增益运算放大器，放大器的输入端几乎没有分流，电荷 q 只对反馈电容 C_F 充电。当容抗远小于电阻 R_F 折到输入端的等效阻抗时，可有下列式成

$$U_0 = \frac{-KQ}{C_a + C_c + C_i + (1+K)C_F}$$

当 K 足够大时， $(1+K)C_F \gg (C_i + C_c + C_a)$ ，则

$$U_0 = \frac{-Q}{C_F}$$

式中 C_F ——反馈电容。

DHF 系列电荷放大器与 YD 系列加速度传感器配接，可对加速度、速度、位移等物理量进行测量。

34. 电容式液位测量电路

电容式液位测量就是直接把物位变化转换为电参数变化，然后再把电参数转换为统一电信号进行传输、处理、显示等。根据电参数不同可以分成：电阻式、电容式和电感式等，现将电容式作以介绍。

我们知道最简单的电容器电容量为

$$C = \epsilon \frac{A}{d}$$

由上式可知，利用改变 d 、 ϵ 或改变 A 的办法可分别做成相应的电容传感器。电容式物位计中主要由电容式传感器和测量电路组成。

电容式传感器一般利用改变介电常数 ϵ 的原理做成，图 6-38a、b 为电容式液位传感器和测量电路。在

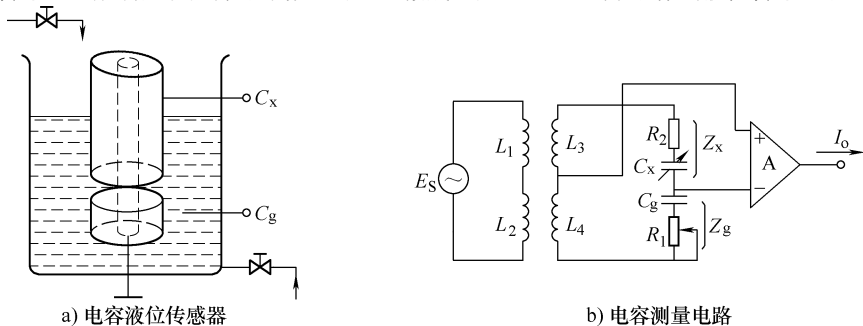


图 6-38 电容式液位测量电路

待测溶液中设置一个圆柱形电容器,在极板距离 d 和面积 A 固定的情况下,电容量 C_x 将随极板间介质的介电常数 ϵ 而变化。设液体介电常数为 ϵ_1 ,气体的介电常数为 ϵ_2 ,一般 $\epsilon_1 > \epsilon_2$,当液位上升时,总的介电常数增大,因而电容量 C_x 随之增大;反之,当液位下降, ϵ 减小, C_x 随之减小。故可以通过测量 C_x 的变化得知容器内液位的高低。图 6-38b 为电容测量电路, C_g 为参比臂电容。

35. 机制砖瓦湿度测量电路

在机制砖瓦烧制过程中,需要对砖瓦水分进行测量。本例介绍对砖瓦坯水分的测量,可以快速检测出砖瓦坯水分,根据砖瓦坯含水量多少,发出声光报警,便于合泥时,控制水量的多少,对人工制砖瓦也有一定的参考价值。

(1) 电路组成 该砖坯检测器电路由湿度检测探头、稳压基准电源、比较器、开关电路和声光报警电路组成,如图 6-39 所示。

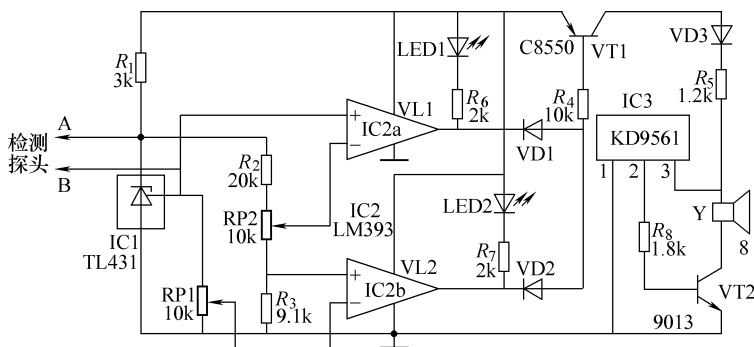


图 6-39 机制砖瓦湿度测量电路

稳压基准电源电路由电阻 R_1 和集成稳压器 IC1 组成。

比较器电路由集成电路 IC2 和电阻 R_2 、 R_3 、电位器 RP1、RP2 等组成。

开关电路由开关管 VT1、二极管 VD1、VD2 和电阻 R_4 等组成。

声光报警电路由发光二极管 LED1、LED2、电阻 R_6 、 R_7 、音乐集成电路 IC3、音频放大管 VT2 和扬声器 Y 等组成。

(2) 电路原理 将湿度检测探头插入砖坯中,两只检测探头之间的电阻值将随着砖坯含水量的高低而变化。

1) 含水量正常:当砖瓦坯的含水量在允许范围内时,IC2a 和 IC2b 均输出高电平,使 VD1、VD2 和 VT1 截止,扬声器 Y 不响,发光二极管 LED1 和 LED2 均不亮。

2) 含水量小:当砖瓦坯含水量低于含水量下限时,两检测探头 A、B 之间的阻值较正常时偏大,使 IC2a 反相输入端的电位增高,其输出端变为低电平,使 VD1 和 VT1 均导通,绿色发光二极管 LED1 点亮,同时 IC3 和 VT2 工作,扬声器 Y 发出报警声,提醒检验员砖坯的湿度不够。

3) 含水量大:当砖坯含水量高于含水量上限时,两检测探头 A、B 之间的阻值较正常时偏小,使 IC2b 的同相输入端电位变低,其输出端变为低电平,使 VD2 和 VT1 导通,红色发光二极管 LED2 点亮,IC3 和 VT2 工作,扬声器 Y 发出报警声,提醒检验员砖瓦坯的含水量过高。

36. 金属测量电路

在一些旧木头上,常残存一些金属钉子,锯木头时,常常把锯齿拉断。为了准确定位钉子所在位置,采用如下方法。

(1) 电路组成 探测电路由探测振荡器时基集成电路 IC1、电感 L_1 、电位器 RP1、二极管 VD1 和电容 C_1 、 C_2 组成;探测振荡器电路由基准振荡器(参考振荡器)时基集成电路 IC2、电感 L_2 、二极管 VD2、电阻 R_1 和电容 C_3 、 C_4 组成;混频器由晶体管 VT、二极管 VD3 和电阻 $R_2 \sim R_4$ 组成;信号显示电路由集成电路 IC3、电压表 PV 和外围阻容元件组成。如图 6-40 所示。

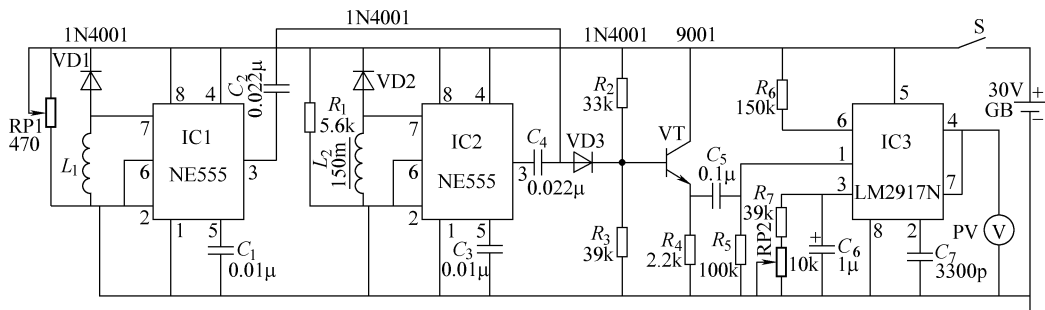


图 6-40 金属测量电路

(2) 测量原理 在探测器未探测到金属物体时，探测振荡器电路中 IC1 的③脚输出频率为 26kHz 的振荡信号，基准振荡器电路中 IC2 的③脚输出频率为 25kHz 的振荡信号。两个频率信号一同送入混频器中进行差频放大后，产生 1kHz 的差频信号，从 IC3 的①脚加入。该信号经 IC3 内电路处理后，从④脚和⑦脚输出零电平，故电压表 PV 的指针指在刻度盘正中间（“0”位）。

当探测器探测到金属物体后，探测振荡器的工作频率将高于或低于 26kHz，由于基准振荡器的基准频率不变（始终为 25kHz），IC3 的①脚输入的振荡信号会偏高或偏低 1kHz，IC3 的④脚和⑦脚会输出正或负的信号电压，使电压表 PV 的指针发生偏转。使用者根据电压表指针的偏转方向及偏转幅度大小，可判断出金属类别，并对金属定位拆除。

37. 机床维修轴承故障检测电路

在生产维修过程中，经常出现轴承磨损，机械卡壳，不能正常运转现象。严重时，还会损坏零部件。本例介绍一种可供机修人员使用的轴承故障检测器。维修人员根据检测器上声光的变化情况，可快速判断出电动机轴承运行中的故障，及时维修或更换。

(1) 电路组成 该轴承故障检测器电路主要由轴承检测传感器、信号处理电路 IC1、发光二极管 LED、晶体管 VT、音频放大集成电路 IC2、扬声器 Y 及有关阻容元件组成，如图 6-41 所示。

(2) 电路原理 接通电源开关 S 后，IC1 通电工作，其④脚和⑫脚均输出高电平，使 VT 导通，LED 点亮，此时 IC2 的③脚无输入信号，扬声器 Y 不发声。

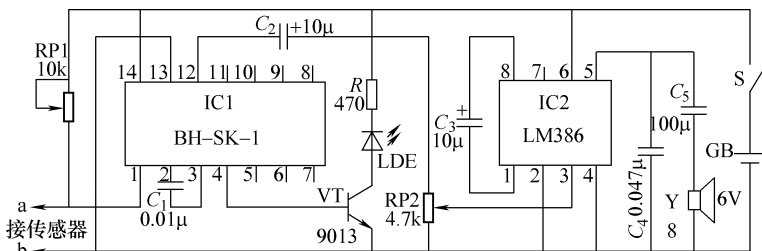


图 6-41 机床维修轴承故障检测电路

当将检测传感器的探针与正在运转的电动机轴承的金属端盖相接触时，检测传感器将输出一个随轴承振动频率变化而变化的交变信号，该信号从 IC1 的①脚输入，经 IC1 内部电路放大、选频延时、整形和触发驱动后，从 IC1 的④脚和⑫脚输出。IC1 的④脚输出的交变信号使 VT 工作在交替导通与截止的开关状态，LED 闪烁发光。IC1 的⑫脚输出的交变信号经 IC2 放大后，通过扬声器 Y 发出声音。

在轴承正常运转时，LED 长亮或闪烁发光，扬声器 Y 发出连续平稳的声音；若扬声器 Y 的声音忽高忽低且有间断，LED 断续点亮，则说明轴承缺油或已损坏。

RP1 用来调整信号处理电路的灵敏度。RP2 用来调节扬声器的输出音量。

38. 高压测量电路

测量用高压电源电路如图 6-42 所示。VD1、VD2、C₁、C₃ 构成一倍压整流电路；VD3、VD4、C₂、C₄ 构成另一极性相反的半波倍压整流电路。两电路组合后，可输出 -275V、-550V、-1100V 高压。

由于没有采用隔离变压器，为安全起见，设置了一个用手触摸的相线指示器，使与开关连接的一端一

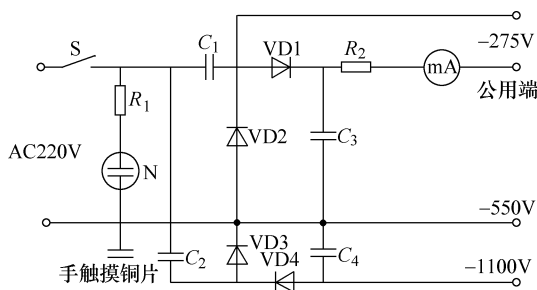


图 6-42 高压测量电路

直为相线。使用时，先接通电源，用手触摸铜片，若氛灯亮，则即可使用。 R_2 是保护表头的限流电阻，表头满刻度电流为 0.1mA ，也可用万用电流档代替。

二极管耐压应大于 600V ，电流无要求。电容 C_1 、 C_2 的容量为 $0.22\mu\text{F}$ ，耐压为 250V ， C_3 、 C_4 的容量为 $0.22\mu\text{F}$ ，耐压为 630V 。 R_1 为 $500\text{k}\Omega$ ， R_2 为 $750\text{k}\Omega$ 。

39. 声速测量电路

J2217 型声速测量仪用以测量声音在不同传播介质的传播速度，同时也可测声音的频率。仪器主要由两个声音传感器、一个触发器、一个声源、两个支架和 4 根导线组成，并与 J0201 型数字计时器配套使用。工作原理如下。

J2217 型声速测量仪的触发器由声电转换电路、选频放大电路、整形电路、触发输出电路和锁存电路组成。整机原理图如图 6-43 所示。该电路有两路完全相同的通道，其工作原理完全相同。下面以其中一路为例进行介绍。

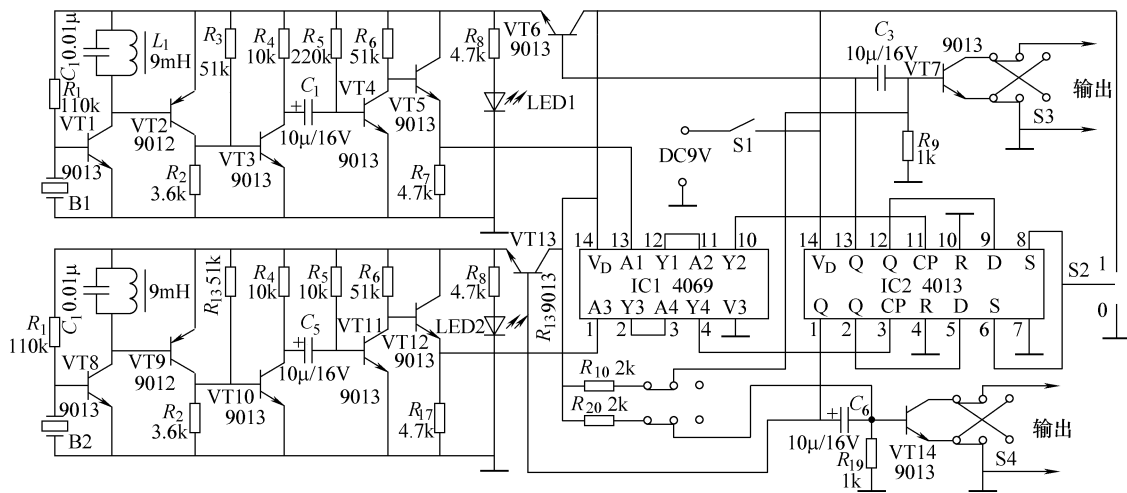


图 6-43 声速测量电路

(1) 声电转换电路 当有声音时，声波产生的声压使压电陶瓷片 B1 发生机械变形，陶瓷片两个表面上形成微弱的电压信号，完成压电转换功能。

(2) 选频放大电路 选频放大电路由 $VT_1 \sim VT_4$ 及外围元件组成。B1 产生的微弱音频电压信号先由 VT_1 进行选频放大，再经 VT_2 、 VT_3 、 VT_4 进行电压放大，从 VT_4 的集电极输出。由选频网络连接在三极管 VT_1 集电极电路中的 C_1 、 L_1 回路选择与压电陶瓷片固有频率相近的音频信号进行放大，以提高仪器的抗干扰能力，防止其他音源对仪器的干扰。

为了减轻选频放大电路的负担，防止后级脉冲电路对选频放大电路的干扰，在 VT_4 之后设置了射极跟随器 VT_5 ，对放大的音频信号电压通过 VT_5 的发射极输出，送到整形电路 IC1。

(3) 整形电路 VT5 射极输出的电压信号经 IC1 4069 的两个非门整形后, 输出前后沿陡峭的矩形波。

(4) 触发输出电路 触发输出电路由双 D 触发器 IC2 4013 担任。工作开始前, 先将复位开关 S2 置为“1”, D 触发器的 S 触发端为“1”, R 触发端因始终接地而为“0”, 此时, 输出端为“1”, 发光二极管 LED15 发光, 指示触发器已复位 (LED15 即面板上的信号指示灯点亮, 说明仪器已准备就绪, 等待声波信号到来)。

然后将复位开关 S2 置为“0”, D 触发器的 S 和 R 两触发端都是“0”, 进入工作状态。当整形电路 IC1 ⑩脚输出的矩形脉冲的上沿到达 IC2 的⑪脚 CP 端时, D 触发器被触发翻转, IC2 ⑬脚 Q 端由“1”变为“0”。该信号经隔直电容 C_3 耦合到 VT7 的基极, 必须由输出选择开关对 VT7 的输出相位作选择后才能输出, 以便与数字计时器正确匹配。

J0201 型数字计时器的机内电源一般分为 +12V 和 -24V 两种类型。前者要求用上跳变电压触发启动数字计时器工作, 后者用下跳变电压触发启动数字计时器工作。当机内电源是 +12V 类型时, 应将触发器上的输出选择按钮开关 S3 按下, 这时 VT7 以集电极输出方式工作, 将送到基极的下跳变电压反相放大, 成为正跳变电压输出。当机内电源是 -24V 类型时, 应将触发器上的输出选择按钮开关 S3 弹起, 这时, VT7 以发射极输出的方式工作为射极跟随器, 仍输出下跳变电压给数字计时器。

下跳变波形的脉宽由晶体管 VT7 输入端的阻容网络 R_9 、 R_{10} 、 C_3 决定。

当 IC2 ⑬脚 Q 端产生下跳变而变为低电平时。晶体管 VT6 截止, LED1 熄灭。指示声波信号已经来到, 计时工作开始。

当声波到达第 2 只声音传感器时, 第 2 只信号指示灯 LED2 也熄灭, 指示计时工作结束。

(5) 锁存电路 由于声波使压电陶瓷片产生的音频电压信号不可能是单波长的, 故经选频放大和脉冲整形后也不可能是单个矩形脉冲。矩形脉冲波列会使 D 触发器不断工作, 由此在 IC2 的 Q 端上将输出矩形脉冲波序列。这会导致 J0201 型数字计时器不断收到触发启动脉冲而无法正常工作。

为了能使 D 触发器在输出一个有效触发脉冲后立即停止工作, 必须设置锁存电路。

锁存电路由 VT6 担任, 当复位开关 S2 置为“1”时, IC2 的 Q 端为“1”, VT6 饱和导通, 使前置的选频放大电路获得工作电压, 进行选频放大工作。

一旦有起始信号被整形作为第一个矩形脉冲触发 D 触发器翻转后, IC2 的 Q 端立即变为低电平, 使 VT6 截止, 前置的选频放大电路失去工作电压, 停止工作, 随后的信号电压即废弃不要, 而锁住 IC2 的输出不变。同时, 信号指示灯熄灭, 指示计时器工作停止。

40. 司机喝酒检测电路

汽车司机、摩托车使用者尽管规定不准酒后驾车, 然而还时有发生, 本例电路可以在检测到酒精气味时, 立即发出“酒后别开车”的语音提示声。当未检测到酒精气味时, 则会发出“祝您一路平安”的语音。以告诫驾驶员不要酒后开车, 具有提醒作用。

(1) 电路组成与原理 电路如图 6-44 所示。电路中 QM—NJ9 是酒敏传感器, QM—NJ9 接触到酒精味后, A、B 间的电阻值减少, B 点的电位升高, 酒味越浓, B 点电位越高。此信号电压经灵敏度调节电位器 RP 滑动臂取出, 加至双电压比较器 LM358 的③、⑥脚, 而比较器②、⑤脚的参考电压则由 R_3 、 R_4 分

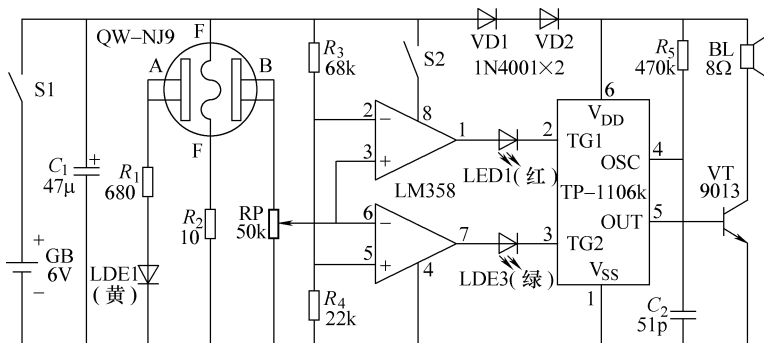


图 6-44 司机喝酒检测电路

缺页或多页坏书，本装置均在不停车的情况下，控制机器不予装订，并输出至坏书斗。

搭页机光电检测（缺帖检测）。由装在搭页机架栏书杆两旁的光源筒和光敏晶体管执行检测工作，当书帖从堆帖台上向集帖链搭下时，将光源筒射向光敏晶体管的光束遮没，而不导通，缺帖或漏帖时，光敏晶体管受到光束照射而导通，经放大后，带动微型继电器的触点，将信号传给延时继电器，控制订书头不订和坏书机构工作。这种检测对多帖不起作用。

图 6-46 为各搭页机的光电检测电气原理图。它由一组双稳态触发器和检测信号输入电路组成。

在无坏书信号的正常情况下，我们令触发器的左管 VT1 截止，右管 VT2 导通。当检测时间开关 S（作瞬时合上）动作时，若检测光电管 VP 亦见光导通。—6V 将通过 VP 加于 VT2 的基极，使触发器翻转（VT1 导通，VT2 截止）此时氖灯 L 亮。若时间开关 S 动作时，光电管 VP 的光被纸帖遮没（截止）。—6V 则不能到达 VT2 的基极。

当时间开关 S 处于断开状态时, 电路中 +12V 将通过 12k 电阻和 VD1 二极管加于 B 点, 使 VDB 二极管反向偏置, 以防止干扰。

搭页机搭页情况正常则时间开关 S 动作时, 光电管 VP 的光是被遮没的, 若搭页机搭页漏落, 则光电管 VP 即照光导通。

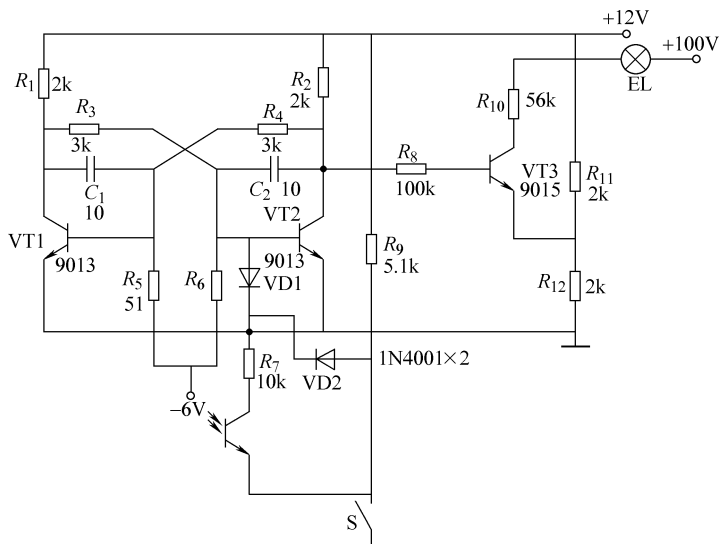


图 6-46 搭页光电检测电路

43. 印刷机光电断纸检测电路

光电式断纸检测的方法具有检测灵敏度高的特点,现以 JJ201 型卷筒纸双面双色胶印机控制电路原理。GK-4A 型光电检测控制电路如图 6-47 所示。

1) 正常印刷中, 纸带在发、收光头之间通过, 光电管受弱光照射, V_p 电阻很大, 它与 R_1 、 R_2 、 RP 构成分压式电路, 使晶体管 VT_1 的 $U_{be} < 0.7V$, VT_1 截止, VT_2 也截止, 继电器 K_1 、 K_2 均处于释放状态, 控制电路无信号输出。

2) 当纸带断落后, 光电管光照强, 光电流增加, 阻值减小, 使 VT1 基极电位上升, VT1 导通。因 U_{b2} 上升, VT2 也随之导通, 继电器 K1 吸合, 其常开触点闭合, 并使继电器 K2 也吸合, 此时, 控制电路有信号输出, 使机器停止运转。

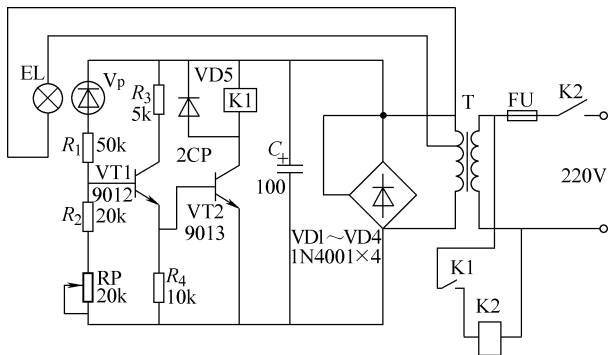


图 6-47 印刷机光电断纸检测电路

44. 车胎漏气测量仪电路

自行车、汽车是人们的主要交通工具，然而内胎时常被锐物扎破，造成不应有的麻烦。维修师傅给破胎打气放在水盆里检查，寻找破处，费时费力，特别是冬季，冰天雪地，寒风刺骨。为解决这个问题，笔者向部分修车师傅调查，他们盼望这种仪器尽快设计成功，早日用上它。两种方案设计成本低、可靠、实用。

图 6-48 是车胎漏气检测仪的电路原理图。车内胎被锐物扎破漏气部位的气流声被话筒 S 接收, 转换成电信号, 经电容 C_2 耦合到晶体管 VT 放大, 再经耦合电容 C_3 、 C_4 并由电位器 RP 选择音量后, 由集成功率放大器 SL31 充分放大, 由耳机 EJ 放音。

车胎漏气检测仪选用低电压集成功率放大电路 SL31 (或 LA4101), 其使用电压可在 $2 \sim 4.5\text{V}$ 间选择, 现用 3V 工作电源。晶体管 VT 用硅 NPN 型晶体管 3DG8, 其本身噪声较小, 有助于判别漏气故障, β 值选 120 以上, 穿透电流 I_{ceo} 小于 $1\mu\text{A}$ 。耳机可用 8Ω 低阻耳塞。驻极体话筒 S 用无指向性微型驻极体电容传感器 CRZ2—9B。其余电阻电容均用小型元件。外壳可利用晶体管小型收音机塑壳, 尺寸约 $68\text{mm} \times 58\text{mm}$ 。工作电源用两节 R 型电池串联。电位器 W 用小型合成膜电位器 WH15-K2Z 型, 带电源开关。

印制电路板参考尺寸为 $65\text{mm} \times 55\text{mm}$, 可制作或市场外购。

车胎漏气检测仪的安装, 可自制一个小盒或市场外购, 话筒 S 由屏蔽话筒线单独引出, 线长 1.2m 。先在印制电路板非铜箔面装上电池夹。集成功率放大电路 SL31 焊在铜箔面。元件全部焊装后, 装上电池两节, 旋动电位器 RP 拨盘, 闭合电源开关, 把电位器旋到约 $1/3$ 位置处, 耳机 EJ 中有极轻微沙沙声。如有扑扑声出现, 说明有自激现象, 可调电阻 R_5 , 减小集成功率放大电路 SL31 的增益来消除。调节电阻 R_2 , 使晶体管 VT 的工作电流 I_c 值在 $2 \sim 3\text{mA}$ 。再调节电阻 R_1 , 使驻极体话筒 S 工作状态较佳, 可用一只正常放音的收音机调低音量后放距离话筒 1m 左右, 监听耳机 EJ 中的声音, 使之不失真即可。调试时耳机 EJ 不必戴在头上, 以免突发宏声震伤调试人耳膜。

本例介绍的电子检测仪, 具有声音清晰、音量与音调可调等特点, 可用于自行车、汽车等交通工具的内胎漏气的检测。

(1) 电路组成及工作原理分析 车胎漏气检测仪的电路由传声器 BM、前置放大器、音调控制、音量控制和功率放大器等电路组成, 如图 6-49 所示。前置放大电路由晶体管 VT1、VT2 和电容 C_1 、 C_2 、电阻 R_1 、 R_2 组成。RP 为音量电位器。选择开关 S 和电容 $C_4 \sim C_6$ 组成音调控制电路。功率放大电路由集成电路 IC 和电容 C_3 、 $C_7 \sim C_9$ 组成。

传声器 BM 安装在听诊器的探头上, 将它用于检测车胎漏气的地方, 将声音信号变换成电信号, 再通过 C_1 耦合至 VT1 的基极, 经 VT1、VT2 前置放大及音量、音调控制后, 从功放集成电路 IC 的③脚输入。经 IC 放大后的音频信号从其⑤脚输出, 经 C_8 耦合至耳机插座 XS, 最后通过外接耳机还原出放大后的声音。

(2) 元器件选择 R_1 选用 $1/4\text{W}$ 金属膜电阻; R_2 选用 $1/2\text{W}$ 金属膜电阻。

C_1 、 C_2 、 $C_4 \sim C_6$ 和 C_9 选用独石电容或涤纶电容; C_3 、 C_7 和 C_8 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容。

VT1 和 VT2 选用 S9013 晶体管。IC 选用 LM386 型功率放大集成电路。BM 选用高灵敏度驻极体传声器或使用压电陶瓷片。

45. 驻极体传声器的性能测量电路

(1) 极性的判断 驻极体传声器 (话筒) 由声电转换系统和场效应管组成。由图 6-50 可知, 在场效应管的栅极和源极间接有一只二极管, 故可利用二极管的正反向电阻特性来判断驻极体传声器的漏极和源极。

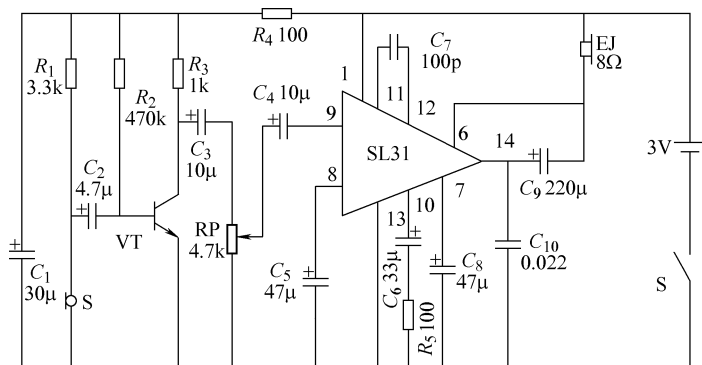


图 6-48 车胎漏气检测仪电路

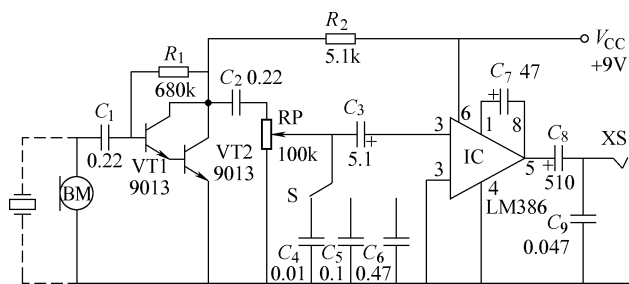


图 6-49 车胎漏气检测仪电路

判断方法：将万用表的转换开关拨至 $R \times 1k\Omega$ 档上，将黑表笔接一电极，红表笔接另一电极，记下表中的读数；交换两表笔再次测量，记下表中的读数，比较两次测试结果，测量阻值较小者。黑表笔接触电极为源极，红表笔所接电极为漏极。

(2) 传声器的好坏与灵敏度高低的判断 图 6-50 是驻极体传声器性能测量电路。

当声压作用到传声器时，在毫伏表上便有输出。根据这个原理，我们可以利用万用表中的电池代替图 6-50 中的 E，万用表的内阻代替图中的 R_D ，万用表的表头代替图中的毫伏表，用外界声源（喊话或嘴吹）代替图中的喇叭及信号源。当声压作用到传声器时，表头就有一定的输出，根据传声器有无输出，判断传声器的好坏，根据输出的大小，判断传声器灵敏度的高低。

测试方法如下：将万用表转换开关拨至 $R \times 1k\Omega$ 档，黑表笔接传声器漏极（D），红表笔接传声器的源极（S），同时接地，用嘴对着传声器吹气，观看万用表表针的摆动，幅度越大，则灵敏度越高。表头指针若无指示，说明传声器失效；有指示说明传声器正常工作；指示范围的大小，表示传声器灵敏度的高低。

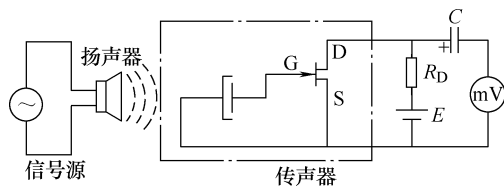


图 6-50 驻极体传声器性能测量电路

46. 温度测量电路

测量温度的电子温度计电路如图 6-51 所示。其传感器为接成二极管的晶体管。

该电路的测温范围为 $-16 \sim 66^\circ\text{C}$ 。当晶体管周围的温度发生变化时，其两端的电压随之线性变化（约 $0.92\text{mV}/^\circ\text{C}$ ），经 A1 放大后，送入 A2。A2 接成反相运放，测试电表接入反馈回路，其电流由输入电压和电阻网络 R_1 、 R_5 和 R_P 决定。在 -16°C 时，调整 R_P ，使流过 R_1 和流过 R_5 、 R_6 的电流等值反相，此时，电流表指示为 0。当温度升高时，A1 输出电流增大，A2 反相端电位 U 增高，电流表有电流流过，而且其指示电流与温度成线性关系。

调节 R_P ，使 $T = -16^\circ\text{C}$ 时，电表指示为 0mA ， $T = 66^\circ\text{C}$ 时，电表指示为 1mA 。然后将 1mA 的指示分成 66 等份。这样，一份就表示 1°C ，从而可直接读出温度数值。

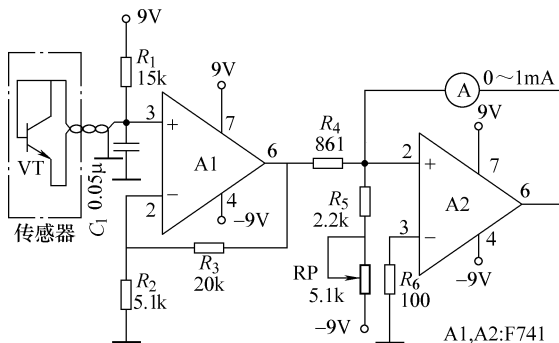


图 6-51 温度测量电路

47. 在线电流测量电路

在检测电气设备时，有时为了较精确地测量电流，需要把电路断开，串联进电流表进行测量，最后还需恢复电路原状，这既影响电气设备的正常运行，又可能会造成新的故障隐患。如果用在在线电流测量仪，则无需破坏电路板，就可实现电流的在线测量。在线电流测量电路如图 6-52 所示。它是利用运算放大器引入负反馈后，其“虚地”点对地输入电阻极小。

当它与印制电路板上的铜箔相并联时，强制流过铜箔的电流改而流经运放的反馈支路（表头支路），从而实现了在不影响电气设备正常运行的情况下，测出某一支路电流。

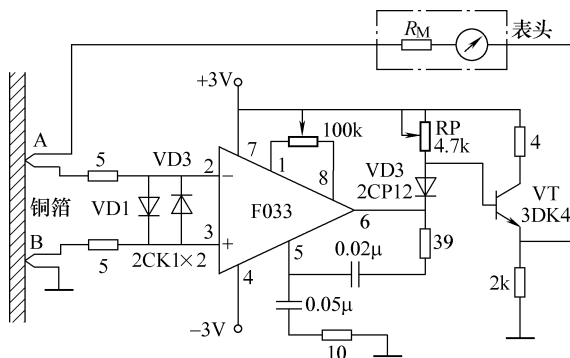


图 6-52 在线电流测量电路

图中 $50\mu\text{A}$ 的电流表内阻 $R_M = 2k\Omega$ ，表头满量程压降 $U_0 = 50\mu\text{A} \times 2k\Omega = 100\text{mV}$ ，此电压远没有超出运放的线性动态范围。若被测电流最灵敏的一档为 1mA ，则反馈支路的等效电阻为 $R_M = 100\text{mV}/1\text{mA} = 100\Omega$ ，设运放的开环增益为 $G_v = 120\text{dB}$ [10^6 倍]，则运放虚地点对地等效电阻 $R_{Mf} = R_M/G_v = 100\Omega/10^6 =$

0.1mΩ。铜箔此时相当于内阻很小的电流源，其内阻就是被测一段支路的导线电阻，以1mm宽的印制电路板铜箔为例，测得其电阻率为2mΩ/cm。若两探针在铜箔上的间距（AB段长度）为1cm，则电流源等效电阻 $R_s=2\text{m}\Omega$ ，故由 R_s 引入的误差为5%。若AB段长度为5cm，则 R_s 引入的误差为1%。显然运放的开环增益 G_v 是影响测量误差的关键因素之一，选用高增益的运放，会有助于减小测量误差。另外，运放的输入偏移及内部噪声均会引起误差，因此，在选择高增益运放的同时，还要兼顾运放的低漂移、低噪声和高输入阻抗。该电路用低漂移运放F033试验的结果是，在最灵敏一档表针摆动一小格（即误差为2%），基本满足要求。如果改用自稳零运算放大器（如5G7650等），其效果会更好。

电路中晶体管3DK4用来增加功率推动能力，VD1、VD2为输入保护二极管，VD3为电平移位管，用来调节晶体管VT及VD3的工作点。

48. 恒温测量电路

（1）电路组成 控制精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。电路的组成如图6-53所示。电路电压由市电供给，经全波整流和滤波后提供，约为9V。电路中，通用运算放大器F007（或CF141）作为放大比较器，555时基电路作为触发器，双向晶闸管VS用作加热器的电子开关，热敏电阻RT作为传感器控制温度，用电位器RP调节控制恒温点，LED1兼作稳压管，提供约1.8V基准电压，LED2作加热升温的指示灯。

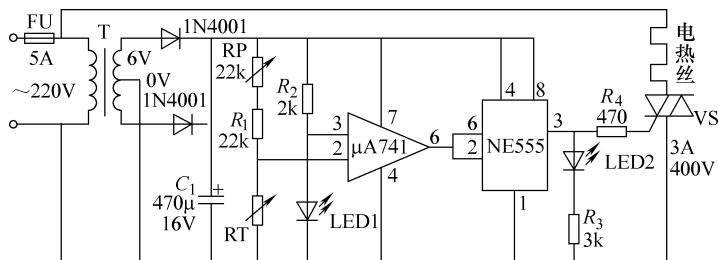


图 6-53 恒温测量电路

（2）工作原理 RT在低温下阻值很大，在高温下阻值很小。当环境温度低于设定温度时，通用运放 $\mu\text{A}741$ ②脚电压高于③脚电压，⑥脚输出低电平（要求小于3V），于是555时基电路触发端②脚呈低电平，其输出端③脚输出高电平，使LED2发光指示，同时触发双向晶闸管VS导通，使加热器通电，加热升温。当环境温度高于设定温度值时，通用运放F007②脚电压低于③脚电压，⑥脚输出高电平（要求大于6V），于是555时基电路输出端③脚输出翻转为低电平，LED2熄灭，双向晶闸管VS截止，加热器断电，停止加热。

（3）元器件选择 运放 $\mu\text{A}741$ 也可改用其他运放，如5G022低功耗运放等。LED选用正向压降略大的红色发光二极管，如磷砷化镓发光二极管BT101等，若正向压降较小，则LED可用两只正向发光二极管串接使用。加热器用100W电灯泡或电炉（功率按需要在300~500W范围内选用）。VS选用3~5A、耐压400V以上双向晶闸管整流器。电源变压器功率只需3W以上，一般小型收、录音机用的电源变压器也可利用。整流二极管用1N4001~1N4007中任一种均可。

（4）安装调试 按照如图6-54所示印制电路板图，插好元器件，检查无误后，焊接好。调试时，恒温点用电位器RP调节设定。调节RP时须用标准温度计来监视、校准。

注意：因为本电路与市电220V线路相通供电，操作时，必须注意安全，最好将该电路公共线（地线）连接在市电的零线上，以防触电。

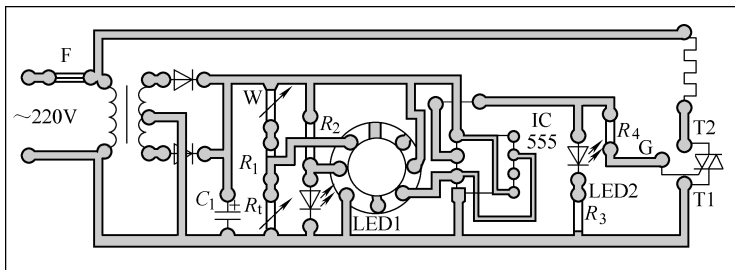


图 6-54 印制电路板图

49. 墙内导线探测电路

为了室内美化，现在许多室内布线采用塑料护套电线直接埋入墙壁浅层的暗线布置法，但这对改线和维修带来困难。墙内导线探测仪能够在墙壁表面精确地查找电线的位置、走向。电路十分简单，制作调试

很容易。

图 6-55 是探测仪的电原理图。TX 是感应片，在交流导线附近感应产生交流信号，送至结型 N 型沟道的场效应管 VT1 的栅极。VT1 对交流信号有半波整流和放大作用，无信号时，VT1 的漏极输出高电平，VT2、VT3 均截止，LED 不发光。

在信号的负半周，使 VT1 的栅极相对于源极更负，所以 VT1 输出仍为高电平，LED 不发光；而当信号的正半周时，VT1 输出低电平，VT2、VT3 导通，LED 发光。 R_2 、 R_3 和 C 为 VT1 加偏压，提高检测的灵敏度。

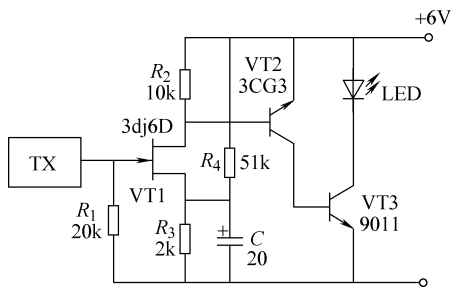


图 6-55 墙内导线探测电路

50. 电容接近式感应检测电路

电容接近式控制器通常由一个射频振荡电路和一个探测板组成。图 6-56 是用分立元件制作的电容接近式感应检测电路。

在图 6-56 中，晶体管 VT1 与周围元件构成一个射频振荡电路；金属感应电极片连在 VT1 的集电极作为探测器。在没有其他导体接近感应电极片时，VT1 组成的振荡电路正常振荡，此时 VT1 发射极输出的射频电压信号经 VD1、VD2 检波后成为直流控制信号，该信号使开关管 VT2 导通，继电器得电吸合，接通被控电路的电源；当有导体接近感应电极片时，由于任何靠近感应电极片的导体都会感应出电极片和“地”之间的电容，而电容的增加就会降低振荡器的正反馈量直至振荡器停止振荡，如果振荡器停振，射频检波电路就不再输出直流控制信号，此时开关管 VT2 就会截止，使继电器失电断开，而且继电器断开后需要再松开开关 S 再闭合后，电路才能进入下一次振荡状态，否则继电器就一直断开。

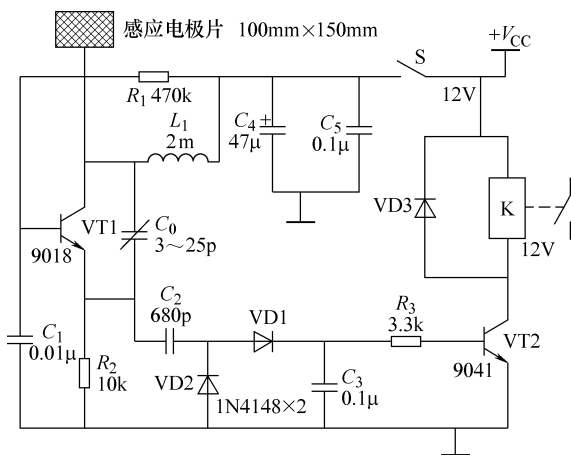


图 6-56 电容接近式感应检测电路

C_0 是灵敏度调节电容，调节它的大小可以调整振荡器起振、停振的临界值，从而来调节控制器所控制物体的远近、大小等项目。在图 6-56 中，电感 L_1 可以使用电感量为 $1 \sim 6\text{mH}$ 的任何色码电感，如果电感量大于 4mH ，就需要适当地增大 C_0 的值，以使电路能顺利起振，其他元件参数如图 6-56 所示。

51. 集成电路电容感应检测电路

图 6-57a 是由集成电路制作的电容感应检测电路。电路中主要由一个四-2 输入“与非”门集成电路 CD4093（内部电路见图 6-57b）组成。 R_1 、 C_1 及 CD4093 的一个与非门（①、②、③脚，IC1）构成 400Hz 方波振荡器，振荡器输出的方波分成两路：一路直接送入一个与非门电路（④、⑤、⑥脚，IC2）；另一路经电容 C_2 送入一个与非门（⑧、⑨、⑩脚，IC3）的一个输入端。由于 IC2 接成非门的形式，所以它的输入、输出端电位相差 180° ，IC2 输出的信号经 C_3 、 C_4 耦合至 IC3 的另一个输入端。

由于 IC3 两个输入端的电平相同。相位相反，因此只要 IC1 正常振荡，IC3 的两个输入端至少有一个为低电平，故 IC3 输出端为稳定的高电平，由于 C_6 的作用，VT1 截止。但是如取消 IC3 任何一个输入端的输入信号或使该信号幅度降低至低于门电路的输入阈值电平时，IC3 就会输出方波信号。

当有导体接近感应电极片时，就会使由 C_2 耦合到 IC3 输入端⑨脚的部分信号被分流到地，若被分流后的信号幅度低于与非门输入端的阈值电平，IC3 就会输出方波信号，该信号经 VD1、VD2 整流后就会使开关管 VT1 导通，接通继电器的电源使之吸合。

电容 C_4 是灵敏度调节电容，若需要该电路以最大灵敏度工作时，可以先调节 C_4 使继电器刚好吸合，再调节 C_4 使继电器刚好断开，然后用高频蜡或绝缘漆把 C_4 封牢即可。

图 6-57 电路所用元器件都是普通元器件, 由于 CD4093 为 CMOS 集成电路, 很容易被电烙铁所带的静电击穿, 所以在制作时, 最好先焊一个集成电路插座, 待电路经检查无误后再把 CD4093 插入插座。感应电极片可以用金属易拉罐剪制。

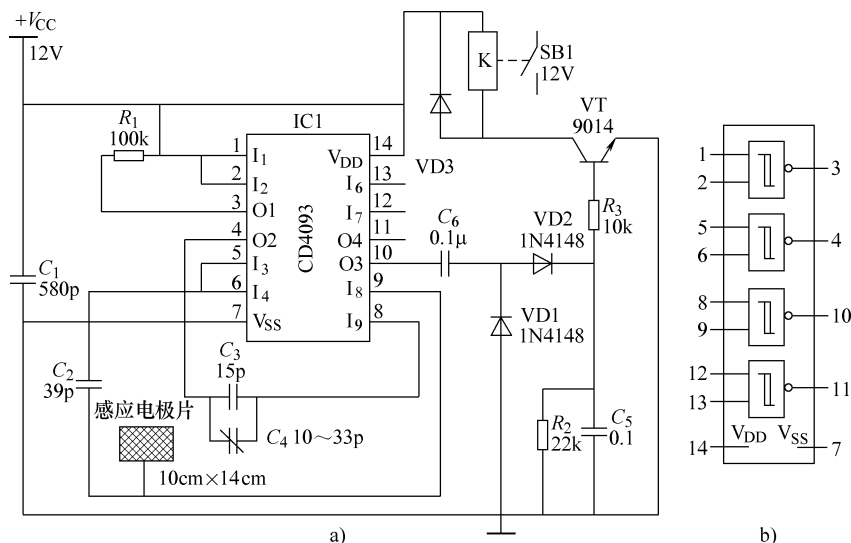


图 6-57 电容感应检测电路

52. 热释电红外灯光自动控制电路

红外灯控器由热释电红外传感器作为人体接近感知器件, 使灯控器可实现“人来灯亮, 人走灯灭”的功能, 特别适用于宾馆、机关、居民住宅楼楼道及家庭使用。

红外灯控器的电路如图 6-58 所示。它主要由热释电红外传感器、红外线处理集成电路 S-01、控制电路及电源等组成。集成电路 IC₁ 内部包括放大器、比较器、状态控制器以及延时器等。在 IC₁ 外部连接的 R₂、RP₁ 及 R₃ 是专为白天自动关灯而设置的调节装置。R₃ 为光敏电阻, 它的阻值随光照而改变, 白天 R₃ 的阻值在几百欧至几千欧之间, 夜晚将增大到 1MΩ 以上。调节 RP₁ 阻值的大小, 可以在夜幕降临时使 IC₁ 的②脚输出高电平, 而在天亮后输出低电平。电路中的 R₆~R₉ 是为确定 IC₁ 内部放大器的增益而设置的。除此之外, IC₁ 外接的 R₁₁、C₁ 为延时网络, 延时为 2min。

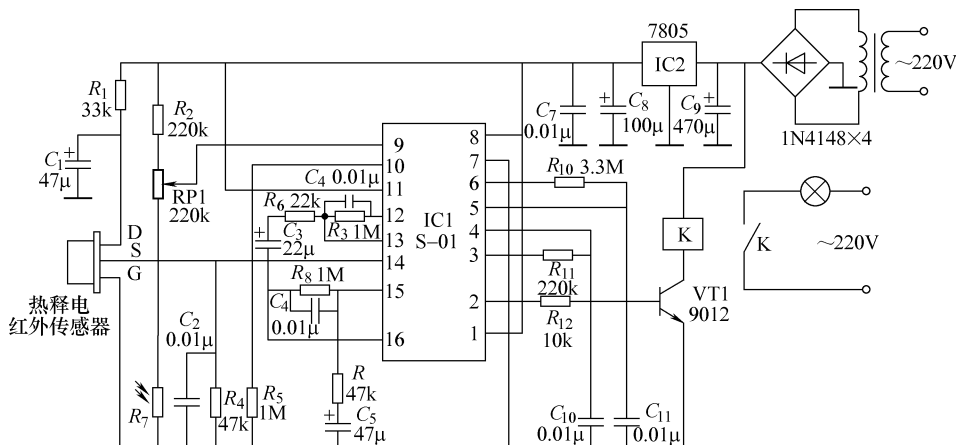


图 6-58 热释电红外灯光自动控制电路

当热释电红外传感器检测到人体红外信号时, 它将输出微弱的电信号至 IC₁ 的⑩脚, 经 IC₁ 内部两级放大器放大后, 再经电压比较器与其设定的基准电压进行比较, 然后输出高电平, 经延时处理后由 IC₁ 的②脚输出, 驱动 VT₁ 使继电器 K 工作, 其常开触点 K 接通电灯电源, 点亮电灯。当人离去时, 2min 后灯

第 7 章 工矿企业常用电路

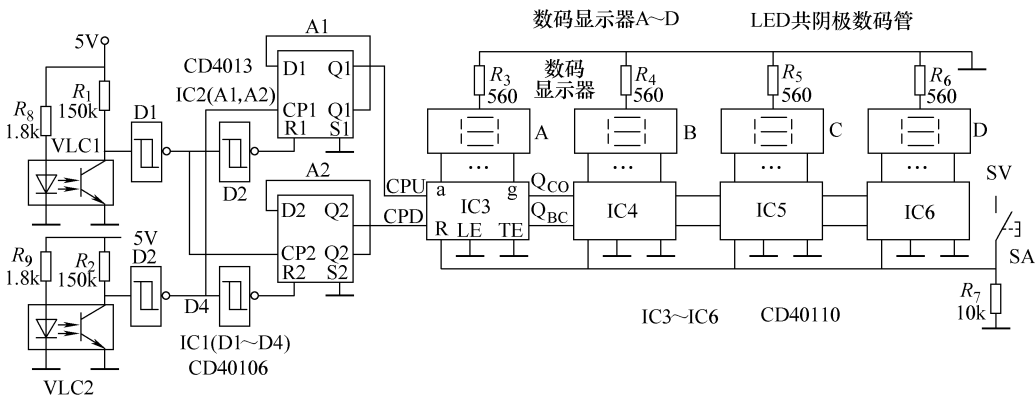
1. 电子绕线机电路

电子绕线机分手工、电动、半自动、全自动绕线机多种，本例介绍的绕线机具有电子计数功能，可供用户绕制线圈、电动机绕组时使用。

(1) 电路组成 该绕线机外形如图 7-1a 所示。电路由光电传感器电路、整形电路、加/减识别电路和四位数字计数电路组成，如图 7-1b 所示。



a)全自动绕线机外型



b)电路

图 7-1 自动绕线机

光电传感器电路由电阻 R_1 、 R_2 、 R_8 、 R_9 和光耦合器 VLC1、VLC2 组成。 R_1 、 R_8 和 VLC1 组成加法计数传感器电路， R_2 、 R_9 和 VLC2 组成减法计数传感器电路。

整形电路由六非门施密特触发器集成电路 IC1 内部的 D1~D4 构成。

加/减识别电路由双 D 触发器 IC2 内部的触发器 A1、A2 组成。

四位数字计数器由电阻 R_3 ~ R_7 、复位按钮 S、计数/译码器集成电路 IC3~IC6 和 LED 数码显示器 A~D 组成。

(2) 电路原理 使用前，先按一下 SA，对计数器进行清零复位，此时 D1、D3 的输入端和 D2、D4 的

输出端均为高电平, IC2 的 Q1、Q2 输出端为低电平, IC3 不计数。

当绕线机正转(加法计数)时, 绕线转盘上的长方形透光孔使 VLC1 先触发, 使 D1 输出高电平, D2 输出低电平, 随后 VLC2 触发, D3 的输出电平作为 IC2 的 CP1 端的触发脉冲, 使 A1 翻转, 在 IC3 的 CPU 端加入计数脉冲, 计数器开始加法计数。同理, 若绕线机反转, 则 VLC2 先触发工作, VLC1 后触发工作, A2 翻转, 为 IC3 的 CPD 提供计数脉冲, 计数器开始减法计数。

调整 R_1 和 R_8 的阻值, 可改变 VLC1 的灵敏度。调整 R_2 和 R_9 的阻值, 可改变 VLC2 的灵敏度。

自动绕线机具有计数、5 个线圈同时绕制等功能, 对批量生产可提高效率。

2. 工业静电消除电路

在一些印刷、塑料生产过程中, 产生许多静电, 直接影响人们的健康, 污染环境。为了消除景点的危害, 介绍一种静电消除电路, 能产生高压电场, 有效地消除塑料薄膜与纸张上所带的静电。

(1) 电路组成 12V 稳压电源电路由电源变压器 T1、桥氏整流器 UC、滤波电容 C_1 和三端稳压集成电路 IC1 组成(见图 7-2)。

脉冲升压电路由电阻 $R_1 \sim R_5$ 、电容 $C_2 \sim C_5$ 、晶闸管 VTH、电位器 RP、二极管 VD1~VD3 和升压变压器组成。

输出电压指示电路由电阻 $R_6 \sim R_{13}$ 、发光二极管 LED1~LED4 和运算放大器集成 IC2 (N1~N3) 组成。

(2) 电路原理 接通电源开关 S, 交流 220V 电压一路经 R_1 、VD2、 R_2 、RP 和 T2 的一次绕组加至 VTH 的两个阳极上; 另一路经 VD1、 R_5 和 C_5 组成的触发电路为 VTH 的门极提供触发电压, 使 VTH 在交流电压的正半周和负半周均维持导通状态。VTH 导通后, C_3 和 T2 的一次绕组构成 LC 并联谐振电路, 产生频率为 3kHz 的振荡信号。该振荡信号经 T2 升压及 VD3 整流后, 在 C_4 两端产生高压正电场, 并通过高压电极对塑料薄膜或纸张放电, 消除静电。调节 RP 的阻值, 使输出电压在 5~15kV 内连续可调。

交流 220V 电压还经 T1 降压、UR 整流、 C_1 滤波及 IC1 稳压后, 为 IC1 提供 +12V 直流电压。+12V 电压经 R_{11} 限流后将 LED4 点亮, 还经 R_{13} 、 R_6 、 R_7 和 R_{12} 串联分压后, 为 N1~N3 的反相输入端提供基准电压, N1~N3 正相输入端的取样电压来自 A 端。输出高压越高, A 端电压也越高, LED1~LED3 点亮的数量就越多。输出电压为 5kV 时, LED1 点亮; 输出电压达到 10kV 时, LED1 和 LED2 均点亮; 输出电压达到 15kV 时, LED1~LED3 均点亮。

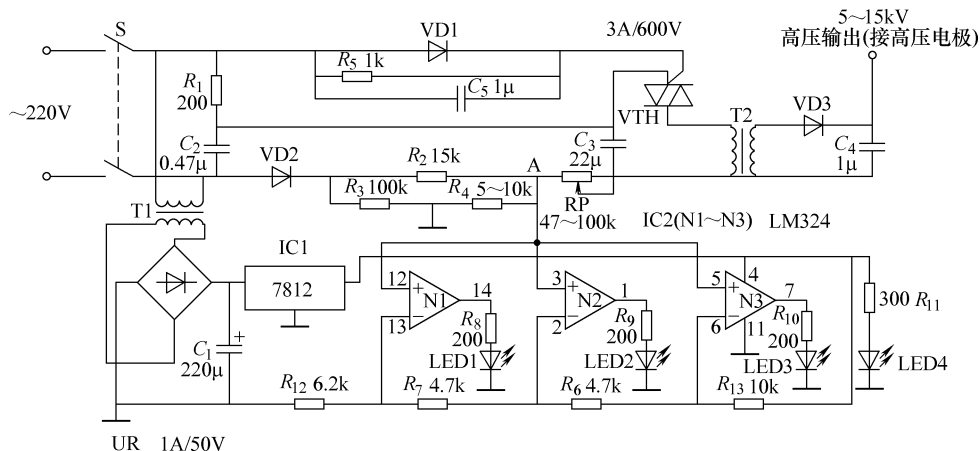


图 7-2 工业静电消除电路

3. 工程定向爆破电路

本例介绍的无线遥控电子起爆电路, 可用于城市改造、定向爆破。遥控距离大约为 100m, 使用安全可靠。

(1) 电路组成 该无线遥控电子起爆器由无线遥控发射器和无线接收引爆电路两部分组成。无线遥控发射器使用内置 H9236D 模块的成品四键微型遥控发射器（电路图略）。

无线接收引爆电路由电源电路、无线接收控制电路、振荡升压电路和充放电电路组成，如图 7-3 所示。

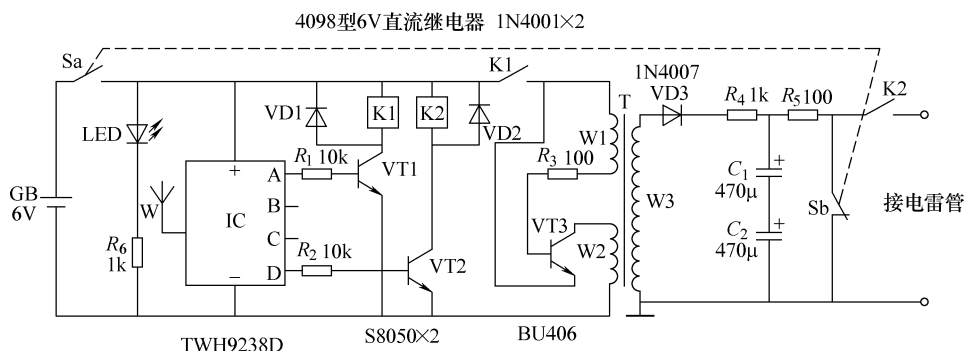


图 7-3 工程定向爆破电路

电源电路由电池 GB、电源开关 S (Sa、Sb)、电源指示发光二极管 LED 和限流电阻 R_6 组成。

无线接收控制电路由无线接收模块 IC、电阻 R_1 与 R_2 、晶体管 VT1 与 VT2、继电器 K1 与 K2 和二极管 VD1、VD2 组成。

振荡升压电路由 K1 的常开触头、电阻 R_3 、晶体管 VT3、升压变压器 T 和整流二极管 VD3 组成。

充放电电路由电阻 R_4 与 R_5 、电容 C_1 与 C_2 、电源开关 Sb 和 K2 的常开触头组成。

(2) 电路原理 按下电源开关 S (Sa 接通，Sb 断开) 后，LED 点亮，IC 通电进入待机状态。按动一下遥控发射器上的 A 键时，IC 通过天线 W 接收到无线信号，其 A 端输出高电平，使 VT1 饱和导通，K1 通电吸合，K1 的常开触头接通，振荡升压电路通电工作，VT3 间歇导通，使 T 的 W3 绕组产生 800V 高压，此电压经 VD3 整流及 R_4 限流后对 C_1 、 C_2 充电。约 5s 左右，再按一下遥控发射器的 D 键，IC 的 D 端变为高电平，使 VT2 导通，K2 吸合，K2 的常开触头接通， C_1 、 C_2 通过 R_5 和 K2 的常开触头对电雷管快速放电，将电雷管引爆。同时，IC 的 A 端变为低电平，使 VT1 截止，K1 释放，振荡升压电路断电停止工作。

连接电雷管前，电源开关 S 应在“关”的位置（即 Sa 断开，Sb 接通）。

4. 工业锅炉电路

工业锅炉是集温度指示、温度控制、超温报警于一体的装置，可按预置的温度进行自动控制循环泵的启动和停止，适用在各种工业低压锅炉上。图 7-4 是由热敏电阻构成的可预置温度的低压锅炉循环泵控制电路。

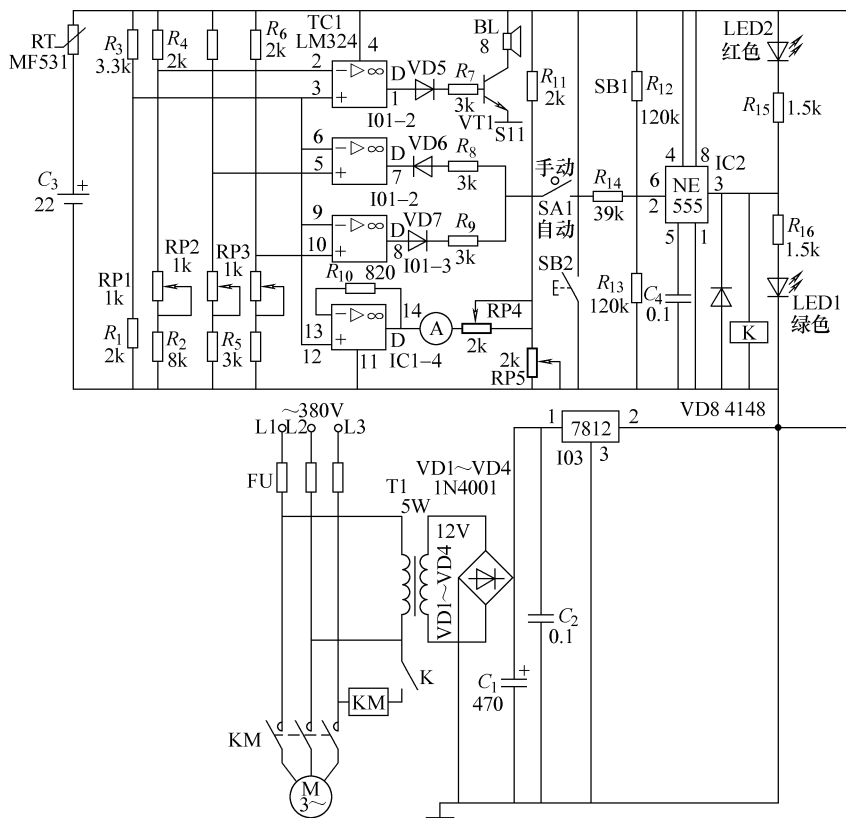
(1) 电路元器件组成 对于如图 7-4 所示电路，应先弄清集成电路的结构、功能、特点及关键元件热敏电阻、指示仪表、报警器件等之间的控制关系。对于元器件的分析，是本电路的关键。

1) 三种集成电路 A1~A3：A1 (LM324) 是一块内含四只独立的运算放大器的双列 14 脚集成电路，在电路中构成了一个电流放大电路（由 A1-4 等组成）和三个电压比较电路（由 A1-1~A1-3 等组成）；A2 (NE555) 是一块时基电路，在电路中构成了继电器 KAJ 线圈和指示灯 LED1、LED2 的控制电路；A3 (7812) 是一块稳压值为 12V 的三端固定稳压集成电路。

KAJ 继电器线圈的供电受 A2 的③脚输出信号的控制，而 A2 的③脚输出的电平，则受停止按键开关 TA 和运行按键开关 QA 及 A1-2、A1-3 两只比较器输出信号的控制，而 A1-2 和 A1-3 两只比较器的状态又受热敏电阻 RT 感受到锅炉内水的温度的控制。RT 是一种用环氧树脂胶密封在玻璃管内的温度传感器，用于直接感受炉胆内的温度。

2) 继电器：KAJ 继电器有一组常开触点 KAJ1，用于控制交流接触器 KMC 线圈的供电电源，由 KMC 的三组常开触点 KMC1~KMC3 控制循环泵电动机 M 的供电。

3) 指示仪表：G 为 59L1 型电流表（也可用电压表改制），用于指示 RT 检测到的温度值，也就是锅炉



内的水的温度。G 受 IC1-4 的驱动, 而 IC1-4 也受 RT 检测到的温度的控制。

4) 蜂鸣器: 蜂鸣器 BL 是一种成品元器件 FMQ 讯响器 ($>70\text{dB}$), 受 VT1 的驱动, 而 VT1 又受 A1-1 构成的比较器的控制, A1-1 同样受热敏电阻 RT 检测到的温度的控制。SA1 为自动和手动温度控制转换开关。

当我们熟悉了元器件的结构原理和各种控制关系后，对如图 7-4 所示电路的工作原理分析也就易如反掌了。

(2) 电路工作原理

1) 供电电路: 380V 三相交流电源经 FU1~FU3 保险元件后, 一路去 KMC1~KMC3 主触点, 由这三组触点闭合后为循环泵电动机 M 提供供电; 另一路去交流接触器及电源变压器 T1。

T1 电源变压器的初级连接在 L_1 与 L_2 相电压间,用于将 380V 供电降压后,从其次级输出 12V 交流低压,该电压经 VD1~VD4 桥式整流器、 C_1 滤波、A3 稳压为 12V 后,提供给温度检测及控制等电路作为工作电源。

2) 开启电压比较电路: 开启电压比较电路由电阻 R_4 、电位器 RP2、 R_3 、A1-2、VD6、 R_8 等构成。

基准电压设定电路: 该电路由 R_4 、RP2 与 R_3 构成, 用于将 +12V 电压分压后加到 A1-2 同相信号输入端⑤脚, 作为比较基准电压。

比较电压电路：A1-2 的⑥脚为比较电压输入端，比较电压就是 R_T 与 R_1 将 $+12V$ 分压后的电压 V_0 ，由于 R_T 的电阻值会随温度的变化而改变，故 V_0 也会相应地发生变化。

工作过程: 当温度上升后, V_0 电位也升高, 一旦 A1-2 的⑥脚电位大于⑤脚时, 其⑦脚翻转输出低电平, 使 VD6 导通, 通过 $R_8 \rightarrow SA1$ (处于自动位置) $\rightarrow R_{15}$, 使 A2 的②、⑥脚因低电平被触发, 其③脚输出为高电平, 这一方面使绿色发光二极管导通发出绿光, 以示系统进入运行状态; 另一方面使 KAJ 继电器线圈得电吸合, 其常开触点 KAJ1 闭合, 接通了交流接触器 KMC 线圈的供电使其也吸合, 其三组主触点

KMC1~KMC3 均闭合进而又接通了循环泵电动机 M 的供电,使其得电运转,系统开始进行热交换(供暖用)锅炉胆内温度逐步下降。调整 RP2 的值,可预置启动循环泵的温度范围。

3) 停止电压比较电路:停止电压比较电路由 R_6 、RP3、 R_5 、A1-3、VD7、 R_9 等构成。

基准电压设定电路:A1-3 的同相信号输入端⑩脚为基准电压端,基准电压是由 R_6 、RP3、 R_5 将 12V 电压分压后得到的。

比较电压电路 A1-3 的⑨脚为比较电压输入端,比较电压也是 RT、 R_1 将 12V 电压分压后得到的电压 V_0 。其工作过程为:当锅炉胆内的温度下降以后,RT 电阻值逐渐变小,致使 A1-3 的⑨脚电位下降。一旦 A1-3 的⑩脚电压大于⑨脚电压时,其⑧脚输出高电平,进而使 A2 翻转处于复位状态,其③脚输出为低电平,这一方面使 LED2 红色发光二极管导通发光,以示处于停机状态;另一方面使 KAJ 断释释放,其 KAJ1 触点断开切断了交流接触器 KMC 线圈的供电,使其 KMC1~KMC3 触点也断开,切断了循环泵电动机的供电,使其停止工作。调整 RP3 的值,可预置循环泵停止的温度范围。

4) 超温报警电路:超温报警电路由 R_{31} 、RP1、 R_2 、A1-1、VD5、 R_7 、VT1 及蜂鸣器 BL 等构成。

基准电压设定电路:A1-1 的反相输入端②脚为基准电压端,基准电压是由 R_{31} 、RP1、 R_2 将 12V 电压分压后得到的。按比较电压电路:A1-1 的③脚为比较电压输入端,比较电压也是 RT 与 R_1 将 +12V 电压分压后的电压 V_0 。

工作过程:当循环泵停止运行以后,锅炉内的温度也会随之上升。在正常情况下,A1-2 的⑤脚电压小于⑥脚电压时,循环泵电动机起动,炉胆温度下降。

当由于某种原因使循环泵电动机不能正常运转时,炉胆内的温度必须上升,一旦满足以下条件: V_0 (A1-1③脚电压) $> V_2$ (A1-2 的⑤脚电压) $> V_1$ (A1-1 的②脚电压),A1-1 的①脚输出高电平,使 VD5、VT1 相继导通,蜂鸣器 BL 蜂鸣发声,以提醒值班人员锅炉温度超温,应及时进行处理。调整 RP1 的电阻值,可以预置超温温度的范围。

5) 手动驱动电路:启动过程为 SA1 为手动/自动转换开关,当该开关处于手动位置时,按动运行按钮 QA 使其闭合以后,等效于将 R_{15} 电阻的左端接地,使 A2 的②和⑥脚为低电平被触发,其③脚输出高电平,使继电器 KAJ 线圈得电吸合,其 KAJ1 闭合使 KMC 线圈得电吸合,其主触点 KMC1~KMC3 闭合后为循环泵电动机 M 供电,使其转动运行,同时也使绿色发光二极管 LED1 导通发光。

停止过程为按动停止按钮 TA,等效于 R_{15} 电阻的左端接 12V 电源,使 A2 的②和⑥脚为高电平,其③脚输出低电平,KAJ 与 KMC 相继释放,M 停转,锅炉循环泵控制电路停止工作。当 SA1 开关置于自动位置时,则由比较电路输出的高、低电平信号控制 A2 电路,如上所述。

6) 温度指示电路:温度指示电路由 A1-4、电流表 G、RP4、RP5、 R_{10} 等组成。

由热敏电阻 RT,电阻 R_1 、 R_{11} ,电位器 RP5 可组成电桥电路。随着温度的变化,其分压值 V_0 也随之变化,经 A1-4 电流放大后,由电流表 G 指示出相应的温度值。RP4 可调整电流表的满度值,RP5 可进行零点校正。

说明:电流表对应的温度值,一般下限温度可取 40℃,上限温度可取 100℃。调整时,可先将 RT 放入水中,由温度计测水温,并给水慢慢加温,当水温为 40℃时,调 RP5 的值使表针在 0 端(40℃)。当水温为 100℃时,调 RP4 的值使表针满度值(100℃),然后再参照温度计去标定表针所指的中间温度值和其他温度的刻度,并在三个预置温度电位器上刻上对应的控制温度。

5. 织布机电路

本例介绍的织布机控制器采用触摸式起动方式,它在织布机电动机空载时,延时 30s 后断电,使其停转,避免电动机频繁起动;在电动机绕组温度偏高至一定值时,控制器的过热保护电路动作,使电动机停转。

(1) 电路工作原理 该织布机控制器电路由触摸控制电路、光控电路、过热保护电路、工作状态指示电路和控制执行电路组成,如图 7-5 所示。

触摸控制电路由触摸电极片 A 和时基集成电路 IC 的②脚内电路组成。

光控电路由红外发射二极管 LED1、红外光敏晶体管 VT5、晶体管 VT6、电阻 R_{10} 与 $R_3 \sim R_6$ 和 IC 的⑦脚内电路组成。

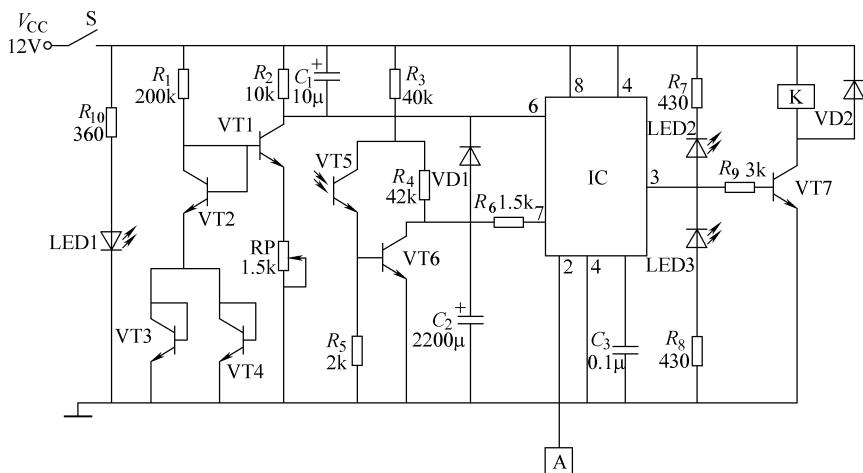


图 7-5 织布机电路

过热保护电路由晶体管 VT1~VT4、二极管 VD1、电阻 R_1 与 R_2 、电容 C_1 与 C_2 、电位器 RP 和 IC 的⑥脚内电路组成。

控制执行电路由晶体管 VT7、继电器 K、电阻 R_9 和二极管 VD2 组成。

工作状态指示电路由电阻 R_7 、 R_8 和发光二极管 LED1、LED2 组成。

刚接通电源开关 S 时，由于 C_1 的作用，IC 的⑥脚电压高于 $2V_{CC}/3$ ，IC 的③脚输出低电平，K 不吸合，织布机的电动机（电路中未画出）不运转。

当用手触摸电极片 A 时，人体感应的杂波信号使 IC 内电路受触发而翻转，IC 的③脚输出高电平，使 K 吸合，织布机电动机通电运转（K 的常开触头通过控制交流接触器来控制电动机）。

若织布机电动机处于空载（未织布），则织布机的运动机构将 LED1 发射的红外光挡住，VT5 接收不到红外光而处于截止状态，VT6 也无法导通， V_{CC} 电压通过 R_3 、 R_4 对 C_2 充电。约 30s 左右，当 C_2 两端电压高于 $2V_{CC}/3$ 时，IC 的③脚变为低电平，使 K 释放， C_2 通过 R_6 对 IC 的⑦脚内电路放电，为下次起动作准备，完成织布机空载延时停机功能（延时 30s 相当于处理织布机故障所需时间）。

若织布机在电动机起动运转后开始织布，则 VT5 受 LED1 发出的红外光照射而导通，使 VT6 导通， C_2 正端为低电平，织布机电动机正常运转工作。

VT3 和 VT4 作为温度检测器件，安装在电动机的定子绕组上，用来检测电动机绕组的温度。在电动机绕组的工作温度低于 120°C 时，VT3 和 VT4 的导通能力较弱，VT1 处于截止状态，VT2 导通，IC 的⑥脚为低电平（低于 $2V_{CC}/3$ ），织布机电动机正常工作。若电动机绕组的工作温度超过 120°C 时，VT3 和 VT4 受热后导通能力增强，使 VT1 导通，VT2 截止，IC 的⑥脚电压高于 $2V_{CC}/3$ ，③脚输出低电平，使 VT7 截止，K 释放，织布机电动机停止运转，从而达到了电动机过热保护的目的。

在接通开关 S 后，LED2 在织布机电动机停转时点亮，LED3 在织布机电动机运转时点亮。

(2) 元器件选择 $R_1 \sim R_{10}$ 选用 1/4W 碳膜电阻或金属膜电阻。

RP 选用密封式可变电阻器。

C_1 和 C_2 均选用耐压值为 25V 的铝电解电容； C_3 选用独石电容或涤纶电容。

VD1 选用 2AP9 或 2AP10 型锗普通二极管；VD2 选用 1N4007 型硅整流二极管。

LED1 选用 HG411 型红外线发光二极管；LED2 和 LED3 均选用 $\phi 3\text{mm}$ 的普通发光二极管。

VT1~VT4 和 VT6 均选用 3DG6 或 3DG201、9013 型硅 NPN 晶体管；VT5 选用 3DU3B 型红外光敏晶体管；VT7 选用 C8050、3DG12 型硅 NPN 晶体管。

IC 选用 NE555 时基集成电路。

K 选用 JQX-19 等型号的 12V 直流继电器。

6. 纺织整经机电路

电路通过光控与磁控相结合，能进行自动起动、自动停止控制。

(1) 工作原理

1) 整经机主电动机控制电路：如图 7-6 所示。电动机有手动和自动两种控制方式（SB1 为起动按钮，SB2 为停机按钮），起停互不干扰。

2) 光控自动起动电路：原理图如图 7-7 所示。当挡车工把脚刚刚踩在脚踏板上时，脚就挡住光线，光敏电阻 RG 呈高阻，RG 上的电压降增大达到集成开关电路 IC1 控制端的开启电压，IC1 导通，继电器 K1 吸合，其常开触点 K1（见图 7-7）闭合，交流接触器 KM 得电，其常开触头 KM 闭合，电动机工作。在接触器 KM 吸合的同时，电源变压器 T 工作，T 次级的交流电压经整流、滤波、稳压，输出稳定的 5V 直流工作电压。

3) 磁控电路：如图 7-8 所示。在刚接通电路时，由于电容 C_1 两端电压不能突变，因此，集成电路 IC2 控制端 5 的电压为低电压，于是 IC2 截止。随着挡车工踩动脚踏起动板使整经机由慢到正常运转时，与整经机同步旋转的永久磁铁使霍尔磁控集成电路 H 产生出脉冲。此脉冲经电容 C_2 、 C_3 ，二极管 VD1、VD2 倍压整流，在电阻 R_3 两端产生的直流电压使 VT 导通。在电容 C_4 充电还未到达集成电路 IC2 控制端的开启电压时，电容 C_4 就被导通的 VT 短路，集成电路 IC2 始终处于截止状态。当整经机因故停车后，霍尔集成电路失去旋转磁场的作用而停止工作，因电容 C_2 的隔直作用，VT 失去偏压而截止，电容 C_4 经电阻 RP 充电。如果停车的时间超过 RP、 C_4 的时间常数， C_4 两端的电压就会达到集成电路 IC2 控制端的开启电压，IC2 导通，继电器 JS2 得电，其常闭触点 JS2 断开，接触器 KM1 释放，电动机停转。

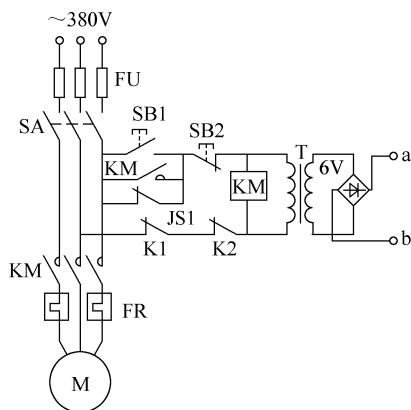


图 7-6 主电动机控制电路图

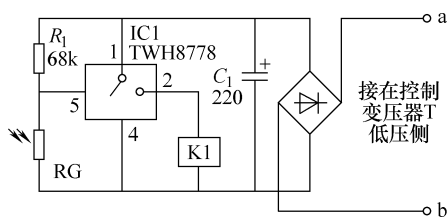


图 7-7 光控自动起动电路图

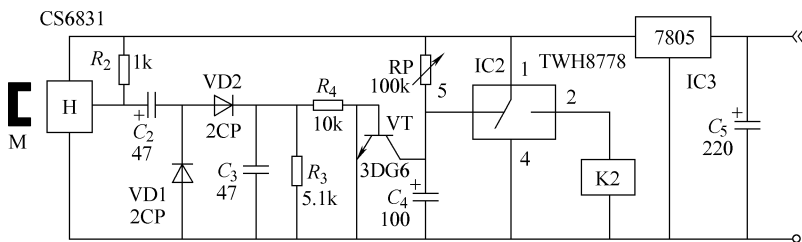


图 7-8 磁控电路图

(2) 元器件选择 IC1、IC2 均选用 TWH8778 集成块。IC3 选用三端集成电路稳压器 7805。VT 选用 3DG201 晶体管。VD1、VD2 均选用 2CP 二极管。其他元件如图中标示，无特殊要求。

(3) 制作与调试 按图示焊装节电器时，最关键的是光敏电阻 RG 的安装。节电器焊装完毕后，可将其安装在一个绝缘盒子里，盒子需钻一个孔，让预先设置它的光源的光线可直接照射在光敏电阻上，要严防其他杂散光线照射在光敏电阻上。

调整 RP 可改变时间常数，从而可调节整经机停车时间。

7. 工业常用点火机电路

本例介绍的工业用电子点火器，具有点火能量高、制作成本低等特点，可用于工业油炉及化工、石油等领域燃烧燃油或燃气时的起动点火。

电路工作原理如下。

该工业用电子点火器电路由电源电路、起动点火控制电路和升压点火电路组成，如图 7-9 所示。

电源电路由电源开关 S1、熔断器 FU、降压电容 C_1 、泄放电阻 R_1 、整流二极管 VD1、稳压二极管 VS

和滤波电容 C_2 组成。

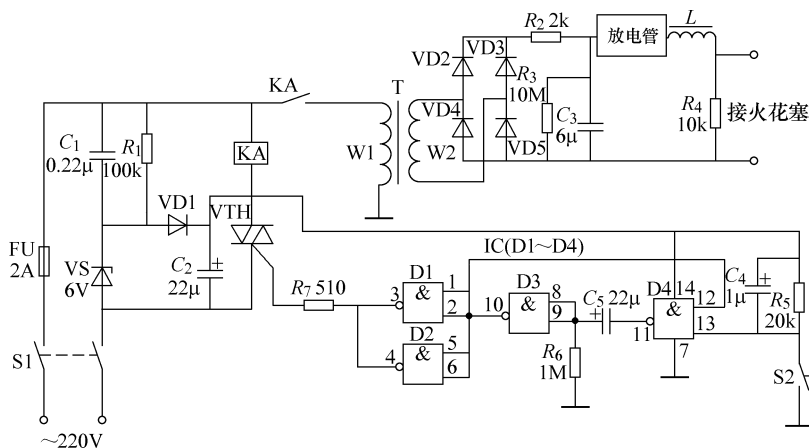


图 7-9 工业常用点火机电路

起点点火控制电路由点火控制按钮 S2、电阻 $R_5 \sim R_7$ 、与非门集成电路 IC (D1~D4)、晶闸管 VTH、中间继电器 KA 和电容 C_4 、 C_5 组成。

升压点火电路由升压变压器 T、整流二极管 VD2~VD5、电容 C_3 、电阻 $R_2 \sim R_4$ 、放电管、电感 L 和火花塞组成。

接通电源开关 S1，交流 220V 电压经 C_1 降压、VS 稳压、VD1 整流及 C_2 滤波后，为 IC 根供 6V 直流工作电压。

按下点火控制按钮 S2 时， C_5 开始充电，与非门 D3 输出低电平，D1 和 D2 输出高电平，使 VTH 受触发导通，KA 通电吸合，其常开触头接通升压点火电路的工作电源。交流 220V 电压经 T 升压、VD2~VD5 整流后，通过 R_2 对 C_3 充电。当 C_3 两端电压达到放电管的击穿电压时，放电管击穿， C_3 上所储存的电能经放电管和电感线圈 L 加至火花塞上，通过火花塞产生放电火花，将燃油或燃气点燃。

当 C_5 充满电（约 12s）时，与非门 D3 输出高电平，D1 和 D2 输出低电平，VTH 在交流电过零时截止，KA 释放，将升压点火电路的工作电源切断。

元器件选择如下。

R_1 、 R_3 、 $R_5 \sim R_7$ 均选用 1/4W 的金属膜电阻； R_2 选用 50W 的线绕电阻； R_4 选用 10W 的线绕电阻。

C_1 选用耐压值为 630V 的 CBB 电容； C_2 和 C_4 、 C_5 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容； C_3 选用耐压值为 3kV 的高压油浸纸介电容。

VD1 选用 1N4007 型硅整流二极管；VD2~VD5 选用 2CL55C 或 2DL56 型 3kV 桥式整流器，也可用 3 只 1N4007 串联后代替。

VS 选用 1N4735 (1W、6.2V) 型稳压二极管。

VTH 选用 1A、400V 的双向晶闸管。

IC 选用 CD4011 或 CC4011、MC14011 型四与非门集成电路。

T 使用截面积为 40mm×20mm 的 U 形铁心和高强度漆包线制作：W1 绕组用 $\phi 0.72$ mm 的漆包线绕 800 匝左右，W2 绕组用 $\phi 0.25$ mm 的漆包线绕 8000 匝。

L 使用 $\phi 1.6$ mm 的漆包线在 $\phi 10$ mm×120mm 的中波磁棒上绕 230 匝制成。

放电管选用 R12 型真空放电管。

KA 选用线圈电压为交流 220V 的中间继电器。

S1 选用 5A、220V 的双极开关；S2 选用小型动合按钮。

8. 药瓶流水线计数电路

本例介绍的产品产量自动计数器，采用红外反射控制电路，可用于生产流水线或传输带上的产品计数。

(1) 电路工作原理 该产品自动计数器电路由红外发射电路、红外接收处理电路、倍压整流电路、控制执行电路和计数显示电路组成,如图 7-10 所示。

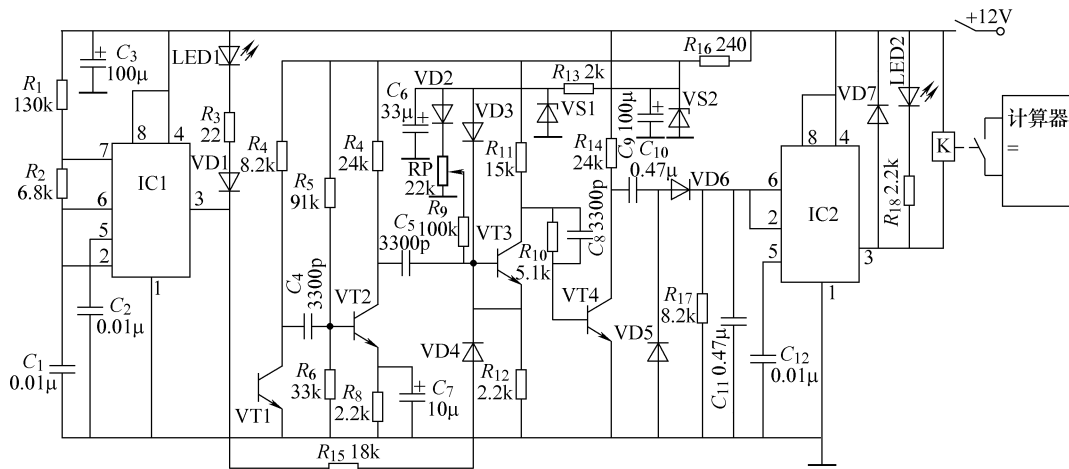


图 7-10 药瓶流水线计数电路

红外发射电路由红外发光二极管 LED1、电阻 $R_1 \sim R_3$ 、二极管 VD1、电容 $C_1 \sim C_3$ 和时基集成电路 IC1 组成。

红外接收处理电路由红外光敏晶体管 VT1、晶体管 VT2~VT4、电阻 $R_4 \sim R_{16}$ 、电容 $C_4 \sim C_9$ 、稳压二极管 VS1、VS2 和电位器 RP 组成。

倍压整流电路由电容 C_{10} 及 C_{11} 、二极管 VD5 及 VD6 和电阻 R_{17} 组成。

控制执行电路由时基集成电路 IC2、电阻 R_{18} 、二极管 VD7、电容 C_{12} 、发光二极管 LED2 和继电器 K 组成。

计数显示电路采用荧光显示式计算器。

由 IC1 和外围阻容元件组成的无稳态多谐振荡器振荡工作后,从 IC1 的③脚输出调制脉冲信号,驱动 LED1 发射出调制红外光。

待计数产品通过红外检测装置时,LED1 发射的调制红外光被待计数产品反射回来,VT1 接收到反射回来的红外光并将其转换成电信号,该电信号经 VT2~VT4 和有关外围元器件选通、放大及整形处理后,从 VT4 的集电极输出脉冲信号。此脉冲信号经倍压整流电路检波处理后对 C_{11} 充电,当 C_{11} 两端电压达到 8V 时,IC2 的③脚输出低电平,使 LED2 点亮,K 通电吸合,K 的常开触头(并接在计算器等号键开关两端)接通。当一个待计数产品通过后,下一个计数产品未到时,VT1 接收不到红外光信号。IC2 的②脚和⑥脚又变为低电平,③脚恢复输出高电平,LED2 熄灭,K 释放,K 的常开触头断开。

计数使用前,先按一下计算器的清零键,然后依次按加号键和“1”数字键或依次按“1”数字键和加号键。K 的常开触头接通一次,相当于按一下计算器的等号键,计算器累加计数一次。

调节 RP 的阻值,可改变选通频率,从而调节红外控制的灵敏度。

(2) 元器件选择 $R_1 \sim R_{18}$ 均选用 1/4W 金属膜电阻。

RP 选用小型合成碳膜电位器或可变电阻器。

C_1 、 C_2 、 C_{10} 、 C_{12} 选用独石电容或涤纶电容; C_3 、 C_6 、 C_7 和 C_9 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容; C_4 、 C_5 和 C_8 选用高频瓷介电容或玻璃釉电容。

VD1 和 VD7 均选用 1N4007 型硅整流二极管;VD2~VD6 均选用 1N4148 型硅开关二极管。

VS1 选用 1/2W、3V 的硅稳压二极管;VS2 选用 1/2W、8V 的硅稳压二极管。

LED1 选用 SE303A 或 HG302、IR31 型红外发光二极管;LED2 选用 $\phi 5\text{mm}$ 的普通发光二极管。

VT1 选用 3DU3 或 3DU5 型红外光敏晶体管;VT2~VT4 选用 9013 或 9014 型硅 NPN 晶体管。

IC1 和 IC2 均选用 NE555 型时基集成电路。

K 选用 4098 型 12V 直流继电器。

9. 化学制剂搅拌机电路

化学制剂搅拌机电路具有调速搅拌、调温和定时报警等功能，可应用于化工、钢铁等行业使用。

(1) 电路工作原理 该加热磁力搅拌器电路由电源电路、搅拌电动机控制电路、加热调温电路、搅拌电动机调速电路、定时报警电路和定时控制电路组成，如图 7-11 所示。

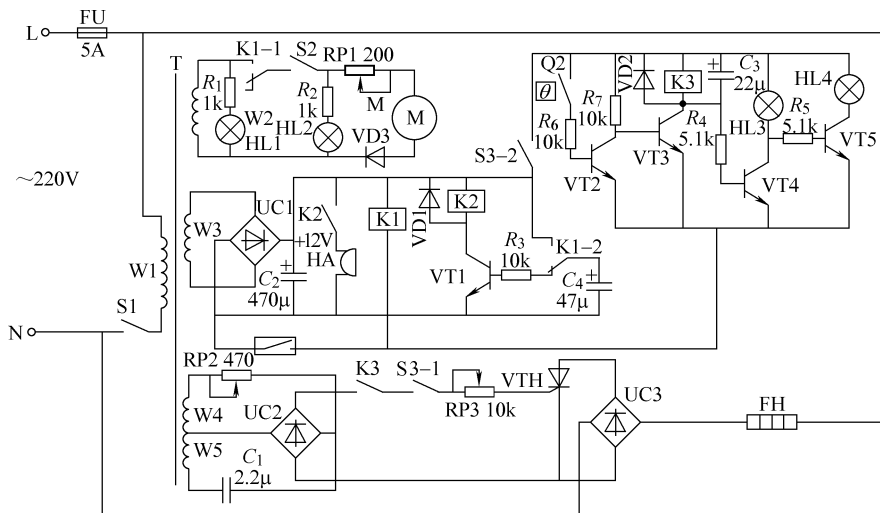


图 7-11 化学制剂搅拌机电路

电源电路由电源开关 S1、电源变压器 T、桥式整流器 UC1、电阻 R₁、电源指示灯 HL1 和滤波电容 C₂ 组成。

加热调温电路由加温控制开关 S3 (S3-1、S3-2)、电接点温度计 Q2、电阻 R₄~R₇、电容 C₁ 与 C₃、晶体管 VT2~VT5、电热器 EH、恒温指示灯 HL3、加热指示灯 HL4、二极管 VD2、继电器 K3、电位器 RP2 与 RP3、晶闸管 VTH 和桥式整流器 UC2 与 UC3 组成。

定时报警电路由晶体管 VT1、电阻 R₃、电容 C₄、继电器 K2、二极管 VD1、蜂鸣器 HA 和 K1 的控制触头 K1-2 组成。

搅拌电动机调速电路由搅拌控制开关 S2、电位器 RP1、电阻 R₂、二极管 VD3、搅拌指示灯 HL2 和电动机 M 组成。

定时控制电路由定时器 Q1 和继电器 K1 组成。

接通电源开关 S1，交流 220V 电压经 T 降压后，在 W2~W5 绕组上产生 3 组交流电压。W3 绕组上的交流电压经 UC1 整流、C₂ 滤波后，为定时控制电路、延时报警电路和温度控制电路提供 +12V 工作电源。

接通定时器 Q1 后，继电器 K1 通电吸合，K1-1 和 K1-2 的常闭触头断开，常开触头接通，C₄ 充电。

接通 S2 后，T 的 W2 绕组上产生的交流电压经 VD3 整流及 RP1 限流降压后供给搅拌电动机 M，M 驱动搅拌叶进入搅拌工作状态。

接通 S3 后，VT3 导通，K3 通电吸合，其常开触头接通，T 的 W4、W5 绕组产生的交流电压经 C₁ 和 RP2 限流、UC2 整流后，通过 K3 的常开触头和 S3-1、RP3 为 VTH 提供触发电压，使 VTH 导通，交流 220V 电压经 UC3 和 VTH 为电热器 EH 提供工作电压。

调节 RP1 的阻值，可改变 M 工作电压的高低，从而改变搅拌速度的快慢，达到无级调速的目的。调节 RP2 和 RP3 的阻值，可改变 VTH 的导通角，从而改变 EH 工作电压的高低，达到无级调温的目的。

在加热温度低于电接点温度计 Q2 设定的控制温度值时，Q2 的电热触头处于断开状态，V2 截止。当加热温度达到 Q2 设定的控制温度后，Q2 的电热触头接通，使 VT2 导通，VT3 截止，K3 释放，VTH 截止，EH 断电停止加热。同时 VT4 导通，VT5 截止，HL3 点亮，HL4 熄灭，从而达到自动控温的目的。

当定时器 Q1 的定时时间结束时，Q1 的控制触头断开，使 K1 释放，K1-1 和 K1-2 的常开触头断开，常闭触头接通，M 断电停止搅拌；同时 C₄ 通过 R₃ 对 VT1 放电，使 VT1 饱和导通，K2 通电吸合，K2 的

常开触头接通,蜂鸣器 HA 发出报警声,提醒工作人员定时加热搅拌时间已结束。当 C_4 放电至一定值时,VT1 截止,K2 释放,HA 停止发声。

(2) 元器件选择 R_1 和 R_2 均选用 $1/2W$ 的金属膜电阻; $R_3 \sim R_7$ 均选用 $1/2W$ 金属膜电阻。

RP1 选用 $5 \sim 10W$ 的多圈线绕电位器;RP2 和 RP3 均选用合成碳膜电位器。

C_1 选用 CBB 电容器; $C_2 \sim C_4$ 均选用耐压值为 $16V$ 的铝电解电容。

VD1 和 VD2 均选用 1N4007 型硅整流二极管;VD3 选用 $8A$ 、 $100V$ 的硅整流二极管。

UC1 选用 $1A$ 、 $50V$ 的桥式整流器;UC2 和 UC3 均选用 $6A$ 、 $100V$ 的桥式整流器。

VT1~VT5 选用 S8050 或 34DG8050 型硅 NPN 晶体管。

VTH 选用 $6A/600V$ 的晶闸管。

K1~K3 均选用 JRX-13F 型 $12V$ 直流继电器。

HL1~HL4 均选用 $12V$ 、 $0.25A$ 的指示灯泡。

Q1 选用 $0 \sim 60min$ 的机械式定时器;Q2 选用 $0 \sim 200^{\circ}C$ 的电接点温度计。

T 选用 $50W$ 的电源变压器。

M 选用 $24V$ 小型变速直流电动机。

S1 和 S2 均选用 $5A/220V$ 的电源开关;S3 选用小型单极双位开关。

EH 选用 $500W$ 以下的电热器。

HA 选用压电式蜂鸣器或电磁蜂鸣器。

10. 特别危险禁区提示电路

本例介绍的危险区域警示器可以安装在对人体伤害极为严重的高压电(例如高压变压器)附近,当有人进入警戒区域时,它会立即发出“××危险、请勿靠近”的提醒语言,提醒进入该区域的人立即离开,以免造成人身伤害。

(1) 电路组成 该危险区域警示器电路由热释电红外传感器(PIR)、信号处理电路和语言提醒电路组成。

信号处理电路由热释电红外信号处理集成电路 IC1 和电阻 $R_4 \sim R_{12}$ 、电容 $C_4 \sim C_{12}$ 组成。

语言提醒电路由语音集成电路 IC2、晶体管 VT1 与 VT2、电阻 R_{13} 、电容 C_{13} 和扬声器 BL 组成。

在无人进入警戒区域时,IC1 的⑭脚无信号输入,其②脚为低电平,语言提醒电路不工作。

(2) 工作原理 当有人进入警戒区域时,热释电红外传感器会接收到频率为 $0.1 \sim 8Hz$ 的人体红外信号,并将其转换为电信号。此电信号经电阻 R_2 和电容 C_2 、 C_4 等组成的低通滤波器滤除高频干扰信号后,加至 IC1 的⑭脚,经 IC1 内电路处理后,使其②脚输出高电平,使语言提醒电路通电工作,语言集成电路 IC2 的②脚输出语音电信号,该信号经 VT1 和 VT2 放大后,推动扬声器 BL 发出“××危险、请勿靠近”的语言提醒声。

(3) 元器件选择 R_1 、 R_{13} 均选用 $1/4W$ 碳膜电阻。

C_1 、 C_2 、 C_4 、 C_6 和 $C_8 \sim C_{12}$ 选用涤纶电容或独石电容; C_3 、 C_5 、 C_7 、 C_{13} 均选用耐压值为 $10V$ 的铝电解电容。

VT1 选用 9013 型硅 NPN 型晶体管;VT2 选用 8050 型硅 NPN 晶体管。

IC1 选用 SS0001 或 SNS9201 等型号的专用集成电路;IC2 选用内储“××危险、请勿靠近”的语言集成电路。

BL 选用 $0.25/0.5W$ 、812 电动式扬声器。

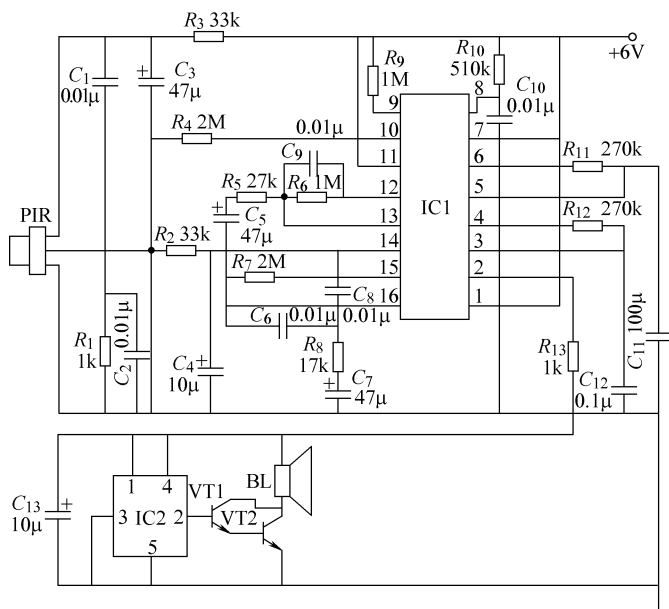


图 7-12 特别危险禁区提示电路

11. 流水线堵料监视电路

堵料监视电路如图 7-13 所示。当光路被物料挡住时, 光电晶体管 VT1 截止, 晶体管 VT2 截止, VT3、VT4 组成的射耦双稳态触发器翻转成 VT3 导通, VT4 截止的状态, 二极管 VD2 不能导通, 由双基极二极管 VT5 和电位器 RP 组成的恒流源向 C_2 充电, C_2 上电压上升到一定值后复合管 VT6、VT7 导通, J1 吸合, 控制外电路工作或报警。如果 C_2 上电压还没升高到使 VT6 导通的程度。光路又通了, 则射耦双稳翻转成 VT3 截止, VT4 导通的状态, VD2 导通, 将电容 C_2 正端钳制在低电位, J1 不能吸合。调整 RP 可改变电路允许的最大堵料时间 (也即短时间堵料电路不报警)。VT8 组成光源自动切换及报警电路。

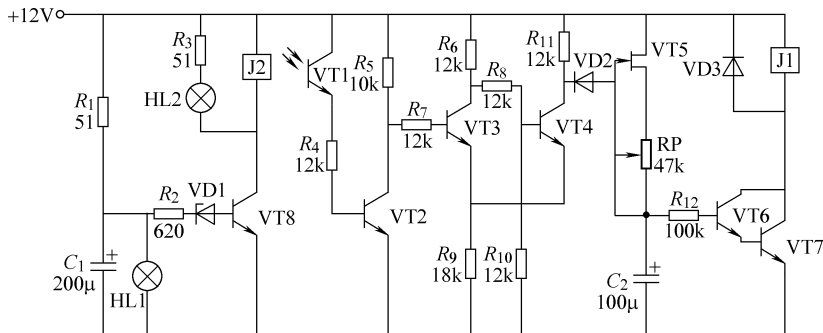


图 7-13 堵料监视电路

元件选择及调试如下。

VT1 选 3DU5, VT2~VT4、VT6 选 3DG6, β 值在 50~80 之间的晶体管。VT7 和 VT8 选 3DG12 或 3DK4。 β 值在 40~50 之间即可。

J1 和 J2 选用 JQX-4F 型 12V 的继电器或其他灵敏继电器。

调试时, 光线照到 VT1 上 VT3 应截止, J1 应释放, 如果不是这样, 可将 VT2 换 β 值大的 (如 100 倍) 晶体管。如果光路挡住很长时间 J1 也不吸合, 可将 R_{10} 换成阻值小一点的。

12. 流水线断料监视电路

有些自动生产线需要监视传送物料的情况, 有的生产过程断料算事故, 有的堵料也算事故。用“暗通控制电路”或“亮通控制电路”可解决简单的物料监视问题, 但是, 有些生产过程物料的传送是断断续续的。这就不能用简单的“暗通”、“亮通”电路来监视了, 必须采用延时电路来辨别是真断料还是假断料, 在真断料时进行报警和控制。

(1) 断料监视电路 图 7-14 是一种断料监视电路图。光电转换部分由 VT2 和 VT3 组成, 物料从光源 HL1 和光敏晶体管之间通过, 不断地遮挡光线, 使电容 C_3 的电压来不及上升, VT4 处于截止, VT5 也处于截止状态, J2 不能吸合。

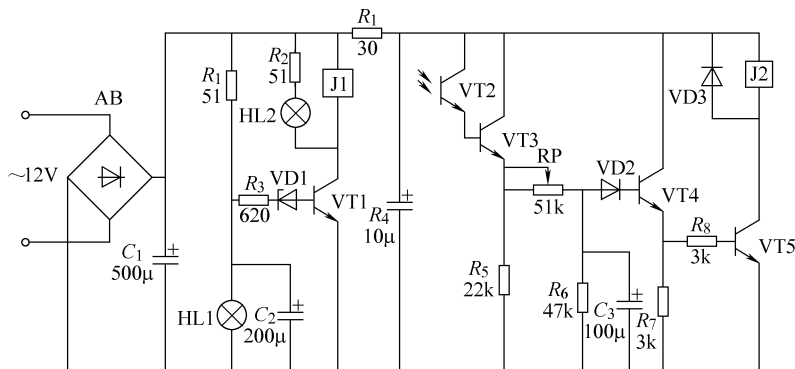


图 7-14 流水线断料监视电路

当物料断料时, 光线长期地照到光敏晶体管 VT2 上, VT2 内阻变小, 向 VT3 提供足够的基极电流, VT2 导通, 电源通过 RP 向 C_3 充电, 当 C_3 上电压上升到一定值时, VT4、VT5 导通, J2 吸合, J2 的常开接点闭合后去控制外电路或报警。 C_3 和 RP 组成延时电路用以辨别断料的真伪。因为有些物料的运行是断断续续的。短时间的断料 (比如 1~2s) 是正常现象, C_3 上电压上升不多, 达不到使 VT4 导通的程度, 而当物料继续运行后, 挡住光线, C_3 上的电压又通过 R_6 放掉, 调整 RP 可改变正常断料允许时间。

VT1 组成光源切换、报警电路。HL1 正常工作时, 其两端电压约 6V 左右, VD 的击穿电压在 8V 左右, 所以 VT1 不能导通。而当 HL1 损坏时 (灯丝断路), 12V 电压通过 R_1 和 R_3 使 VD 击穿导电, VT1 导通, 备用灯 HL2 点亮, 达到自动切换的目的。同时 J1 吸合, J1 的常开接点闭合后控制电铃报警, 促使操作人员换灯泡,

(2) 元件选择调试 VT1 和 VT5 选 3DK4, $\beta \geq 60$ 。

VT2 选 3DU5 型光敏晶体管。

VT3 和 VT4 选 3DG8 或 3DG6, $\beta \geq 50$ 。HL2、HL2 选用 6.3V 小电灯。

J1 和 J2 选 JQX-4F 型 12V 继电器。

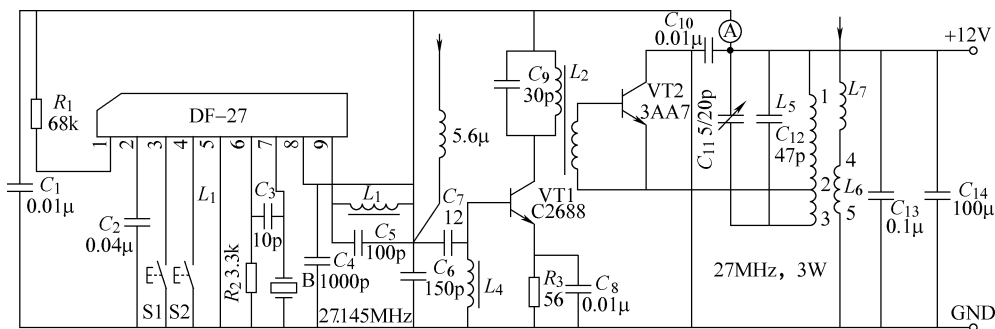
12V 交流电可采用输出不小于 20W 的 220V 变压器获得。

调试时, 如果 HL1、HL2 同时亮, 可能由于 VD 稳压值较低造成的, 可换稳压值较高的稳压管; 如果稍一断 J2 就吸台, 而且调整也不起作用, 可能是 VT3 漏电流大或 β 值太大造成的 (光很暗时 C_3 就能充电), 可换 VT3 或在 VT3 基极对地加一个 62k Ω 的电阻。

13. 工业机器人电路

无线遥控对操作设备的要求较高, 本节以遥控距离为 1 000m 的三通道 IC 型无线遥控器为例, 对无线遥控收发装置作一介绍。它可对三种电器设备同时遥控, 电路简单可靠, 制作方便。

(1) 无线遥控发射电路 图 7-15 是发射机电路。它由主振电路和高放电路组成。DF-27 是无线遥控器专用发射器件, 采用单列封装 9 脚集成电路, 允许最大功耗为 600mW、最大空载电流 18mA、9~12V 直流供电。在外部开关的控制下, 产生受一定对应占空比方波调制的高频 27MHz 间歇波信号。DF-27 内部由调宽 (占空比) 电路、方波发生电路、高频振荡 (OSC) 电路、调制电路以及高频功率放大电路 5 个部分组成。调宽 (占空比) 电路由电流密勒电路 (DF-27 内部) 和开关电路构成, 引脚③与引脚④外接按钮开关 S1、S2, 根据开关的不同操作来改变内部开关电路的状态, 从而改变引脚②外接定时电容 C_2 的充、放电电流比, 引脚①外接定时电阻 R_1 。



级 VT1 把输入信号放大, 推动输出级。激励管工作于丙类共发射极状态, 由 L_4 、 R_3 、 C_8 构成自偏压电路。 C_9 、 L_2 回路作为集电极负载, 谐振于工作频率, 经 L_2 的次级将推动信号加到输出管的基极。

输出级晶体管 VT2 工作于丙类共集电极状态, 由 L_5 、 C_{11} 、 C_{12} 组成的调谐回路接在发射级, 管子的集电极处于低电位。放大后的信号经 L_6 、 L_7 通过发射天线向空中发射。串接在输出极回路的电流表指示本级的工作状态, 正常工作电流在 200mA 左右。

(2) 接收电路 接收电路由晶体管 VT1 及 C_2 、 C_4 、 L_1 、 L_2 和 C_3 等组成超再生检波电路, 如图 7-16 所示, 把天线接收的高频信号中的调制方波信号检出, 送往 DJ-27 接收专用电路引脚②输入放大和比较判断。VT1 的电源由 DJ-27 的引脚①提供约 5V 电压, 产生超再生振荡, 调整 L_1 使振荡频率接近发射机和接收机的载频频率 27MHz。在这两种频率的差频差拍作用下, 在 R_4 上产生出调制方波信号, 先经 C_6 、 C_7 、 R_5 滤除高频成分, 再经 C_6 耦合隔断直流, C_{10} 进一步滤波后加入 DJ-27 的引脚②。在 DJ-27 内部经过放大、比较判断后由引脚⑨、⑩、⑪输出。

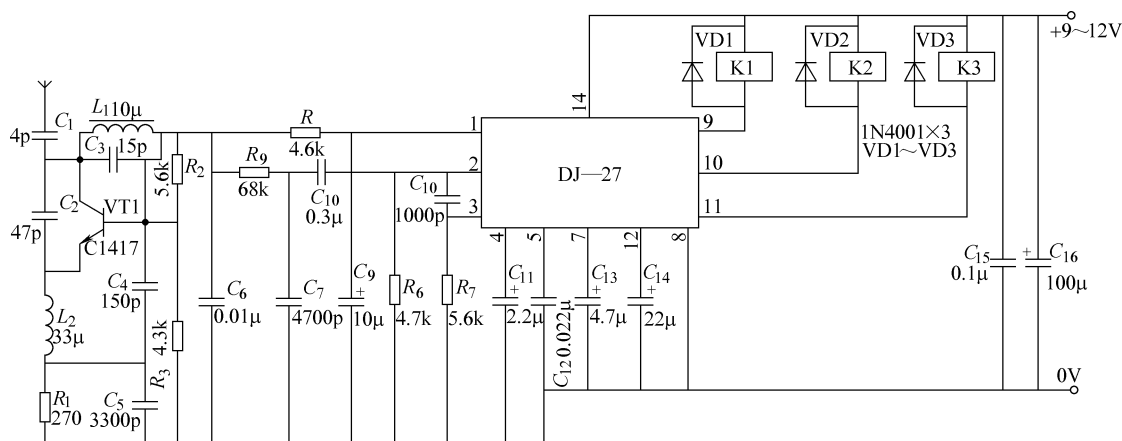


图 7-16 机器人无线遥控接收电路

控制机器人的动作过程如下:

当 7-16 图中的 S1、S2 断开, 不发射信号。接收电路中 DJ-27 的引脚⑨~⑪开路, K1、K2、K3 不通, 机器人不工作。S1 闭合, 发射控制信号, DJ-27 的引脚⑨输出低电平, 引脚⑩、⑪开路, 继电器 K1 吸合, 接在机器人身上的 K1 常开触点闭合, 机器人开始动作。同理, S2 闭合, DJ-27 的引脚⑩输出低电平, K2 闭合, 引脚⑨、⑪开路, 机器人动作。S1、S2 同时闭合, DJ-27 的引脚⑪输出低电平, K3 闭合, 引脚⑨、⑩开路, 机器人动作。

(3) 机器人驱动 驱动系统是机器人的手和脚, 即运动机构和执行机构的基本组成部分。驱动系统的设计与制作是比赛机器人创意与实践的重要内容。它的任务不仅是向机器人传递动力, 而且要提供准确的运动定位和灵活的操作, 是机器人制胜的法宝之一, 因此其重要性是不言而喻的。通常机器人驱动有电气、液压、气压三种方式。其中以电气驱动最常见, 它按供电的方式又可以分为直流电动机和交流电动机。机器人比赛规则通常规定采用电池供电, 即直流电, 几乎所有的比赛机器人都是靠直流电动机驱动的。

采用直流电供电的电动机按照其内部结构又可分为直流电动机和步进电动机。直流电动机外部接通直流电就能旋转; 步进电动机的驱动原理复杂一些, 必须按照一定的通电顺序给电动机供电, 电动机才能旋转。

驱动电动机的选择, 一般使用直流电动机。手控机器人应能够快速启动、快停, 并能快速移动。可根据机器人的重量及预设计最大速度来计算启动牵引力, 再由此选择额定功率合适的电动机。通过车轮直径和车速计算车轮转速, 由此可确定直流电动机的转速和驱动系统的减速比。根据“藏羚羊”号机器人的基本力学参数, 如重量约为 10kg、最大速度为 1.5m/s、加速时间为 1s, 以及轮子与地面的摩擦系数等, 大致估算出启动动力约为 15N, 电动机功率约为 15~30W。电动机输出轴与驱动轮之间的传动可选用通过减速器或通过同步齿型带, 带传动平稳无噪声, 尤其同步齿形带则能保持较为精确的运动传递关系, 这在位置控制精度高的场合是重要的。电动机采用蓄电池供电。

14. 玻璃瓶计数器的光电转换遥控电路

(1) 电路工作原理 当对传送带上的玻璃瓶进行计数时, 首先应把运行的玻璃瓶转换成脉冲信号, 然后将脉冲信号 (每个瓶产生一个脉冲) 送至计数器进行自动计数。如图 7-17 所示电路, 就是一种玻璃瓶计数器的光电转换电路。

当传送带上没有玻璃瓶时, 光敏晶体管 3DU 受光直射呈低阻, 光电流很大, VT1 截止, 这时 VT2 饱和, VT3 截止。在玻璃瓶遮光的瞬间, 光敏晶体管呈高阻, I_{b1} 增大, VT1 饱和, U_{c1} 从 +5V 下降到 0, 这个负跳变经 RC 微分得到一个负脉冲, 触发单稳态电路, 使 VT2 截止, VT3 导通。单稳态电路经一段时间又自动回到原来状态, 得到一个较宽脉冲, 这就避免一个瓶由于闪光等造成多个信号的现象。

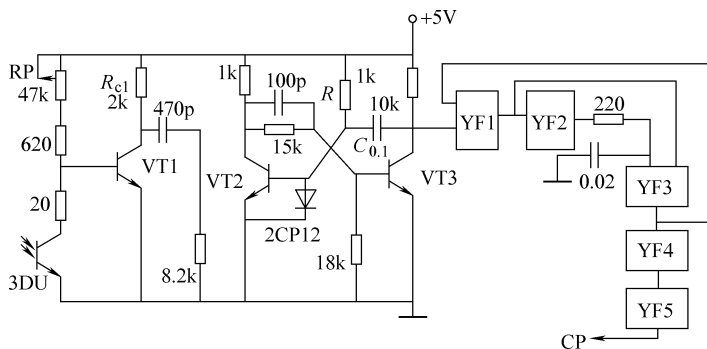


图 7-17 玻璃瓶计数器的光电转换遥控电路

YF1~YF5 组成积分整形电路, 这也是个单稳态电路, 它可将上述较宽的脉冲变窄, 以适应计数的要求。

因玻璃瓶透明, 使光电管的光电流和暗电流变化范围较小, 为使 VT1 可靠饱和、截止, 可仔细反复地调节电位器 RP。

(2) 元器件选择 VT1~VT3 都选 3DG6, $\beta \geq 50$ 的晶体管。YF1~YF5 选 74LS00 型集成电路“与非”门。 R 与 R_{c1} 的值要根据每个瓶的遮光时间来确定, 可按 $CR=2t$ (t 为遮光时间) 计算。其他元器件型号参数如图 7-17 所示。

15. 工业多功能环保电路

工业气体燃器具的增加, 一些易燃、易爆及有害气体的存在已成为人们不可忽视的问题。多功能环保器具有对有害气体进行声光报警、自动排风通气、清新空气的功能, 下面就其工作原理作简单介绍。

多功能环保器的电路如图 7-18 所示。

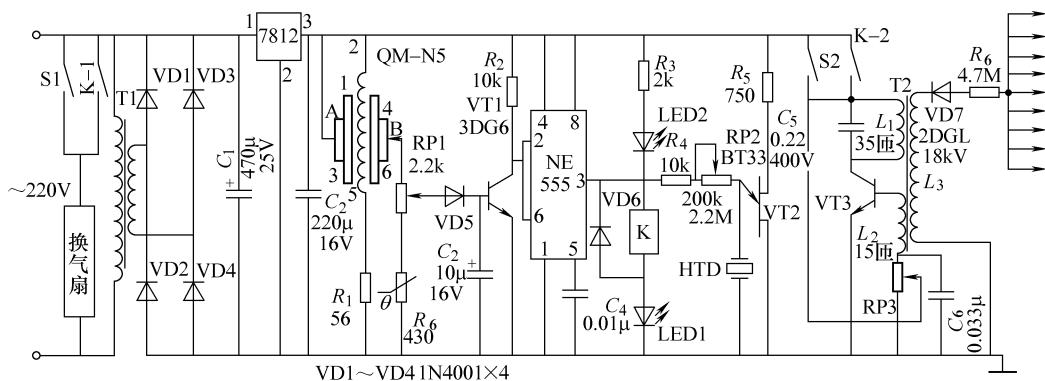


图 7-18 多功能环保电路

(1) 气敏声光报警 由三端稳压器 7812 输出 12V 的直流电压, 以供气敏元件 QM-N5 的加热极。QM-N5 对煤气、液化气、一氧化碳及烟雾很敏感, 当室内有害气体的浓度增加到一定程度时, 其 A、B 极间的导电率增大, 导致 B 点电位升高。该检测信号经延时加至 VT1, 使 VT1 饱和导通, 此时 NE555 的第 2、6 脚由高电平变为低电平, 3 脚输出高电平, 于是发光管 VD8 熄灭, VD7 点亮。同时以 VT2 等组成的弛

张振荡器起振, 压电片 HTD 发出有节奏的报警声, 完成声光报警。

(2) 自动排风换气 在声光报警的同时, 继电器动作, 此时与换气扇相连的 K-1 吸合进行排风换气。反之, 当有害气体的浓度降到一定值时, 换气扇自动断电, 并解除声光报警。

清新空气的产生：清新的空气是通过开放式负离子发生器产生的。在继电器动作的同时，也使 K-2 吸合，以 VT3 为主组成的多谐振荡器起振，在变压器 T2 的二次（侧）整流输出负高压，经放电场放电使空气电离。所产生的空气负离子具有捕俘飘尘、杀菌和中和有害气体的作用，能使空气清新并有利于健康。放电端采用了开放多板式，以提高负离子的发送率和扩散面积。

该多功能环保器的特点是电路比较简单,对所用元器件的要求并不高,然而却有比较好的效果。

16. 陀螺放大电路

利用陀螺传感器对汽车行驶中航向角的变化量进行测量,单片机对测得的数据进行处理后控制伺服系统驱动伺服马达,转动天线使得天线中心轴始终对准卫星,确保汽车在行驶过程中能正常接收卫星电视直播节目,并对长时间行驶累积的误差进行修正。陀螺传感器可用于改善车辆通过隧道及高耸建筑物时信号微弱时的导航精度。

陀螺是检测角速度的传感器。得到角速度的值后,通过积分便可以得到机器人在水平面内移动的方位角度,为机器人的路径导航提供依据。借助陶瓷振子敏感的振动变化可以检测出施加于机器人姿态转动的力,从而反映偏航角速度。陀螺要正确安装,因为它的安装对使用有影响。陀螺的输出须经放大后再送入 A/D 转换器读取角速度的值,放大电路如图 7-19 所示。有的公司也生产陀螺与放大器一体的集成器件。

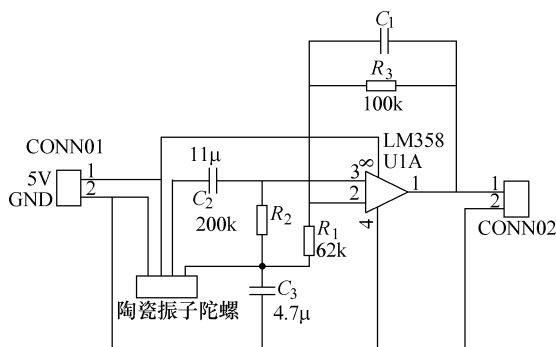


图 7-19 陀螺放大电路

17. 织袜机故障停车电路

电路如图 7-20 所示, VT1 和 VT2 组成双稳态, 由于 R_1 和 R_4 的阻值不同, 基极上加的偏压不相等, 所以在接通电源后, VT1 导通, VT2 截止, 继电器 K 不吸合, 从而电磁离合器 DL 与直流电源不接通, 指示灯亮, 表示织袜机尚未运转 (因该机器是先接通电源使电动机运转而后通过电磁离合器带动织袜机运转的)。

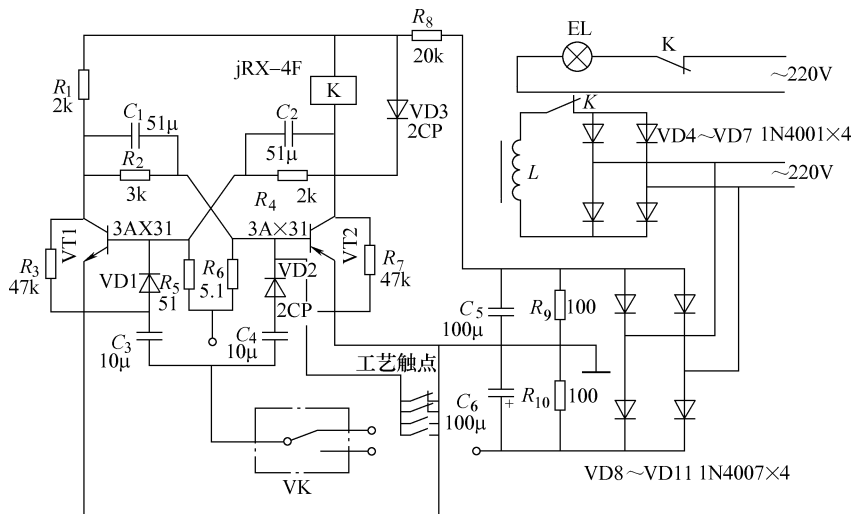


图 7-20 织袜机故障停车电路

按动微动开关 VK, 输入一正脉冲, 使触发器翻转, VT1 截止; VT2 导通, K 通电, DL 与直流电源接通, 织袜机便开始运转, 指示灯熄灭。

当有断纱或坏针等故障发生时, 工艺接触点接通, 将 VT2 的基极与发射极短路, VT2 由导通变截止, K 继电器断电, 电磁离合器与电源断开, 织袜机停止运转, 指示灯亮, 表示有故障。

当故障排除后, 可按一下微动开关 VK, 输入一个正脉冲, 使导通管 VT1 又恢复截止状态, VT2 又恢复导通状态, 织袜机也恢复运转。如果人为要织袜机断续运转 (即一开一停), 可将微动开关 VK 连续按动, 使触发器连续翻转, 便达到织袜机断续运转的目的。

18. 色选机电路

色选机原理是利用不同物体 (或同一物体) 具有不同颜色, 因而在一定的光照下 (可以是白光也可以是单色光), 反射到光电接收器上就有不同的信号输出, 从而达到筛选的目的。色选机是利用颜色的不同来分类的, 对物体的大小及重量不受限制, 因而在工农业生产上应用非常广泛。例如用于工业选矿和对农产品的分类。

图 7-21 为色选机光电控制电路框图。它由包括硅光电池的前置放大器、鉴别器、功率放大器、执行机构和喷射器所组成。为了分选大件物体和提高分选精度, 可用多路分选的方法。

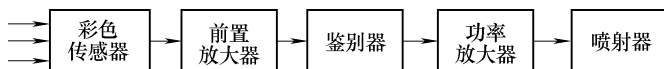


图 7-21 色选机光电控制电路框图

这里介绍的是一台适用于颗粒状 (如豆类农产品) 物体的色选机。图 7-22 是色选机的工作原理图。被选物体由电磁振荡器控制, 以一定的流量进入光箱 (图中点划线框内), 光箱内用直流光源从四周均匀照明。

进入光箱的被选物落入到背景反射光路中。若被选物的表面与背景一致时, 虽在光路中有被选物进入, 但并不改变光电电池的受光量, 光电池无信号输出。当被选物表面色泽与背景不同时, 被选物进入光路后, 光电电池上的光量发生变化, 使原平衡破坏, 就有脉冲信号输出。将此信号放大, 然后送至控制电路, 带动执行机构 (这里是高压喷射器), 将次品与合格品分开, 达到分选的目的。

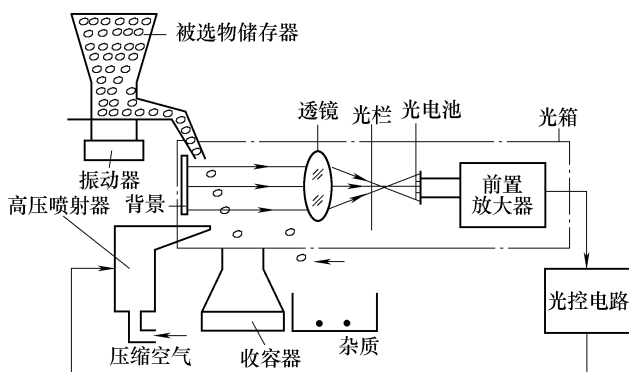


图 7-22 色选机的工作原理图

19. 彩色传感器的放大电路

半导体彩色传感器具有识别被测物体颜色的能力, 由 3 个光敏二极管 PD1、PD2、PD3 和 3 种颜色的滤色器 X-PHOTO、Y-PHOTO 和 Z-PHOTO 构成。各个光电二极管上分别装有红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 滤色器, 将来自物体的反射光分解为 3 种颜色。色信号经过运算放大器放大处理后, 根据不同组合逻辑处理后得到实际的颜色输出。图 7-23 是彩色传感器的放大电路, 由 X、Y、Z 输出三种颜色。图 7-24 是在图 7-23 的基础上的辨色实际应用电路。

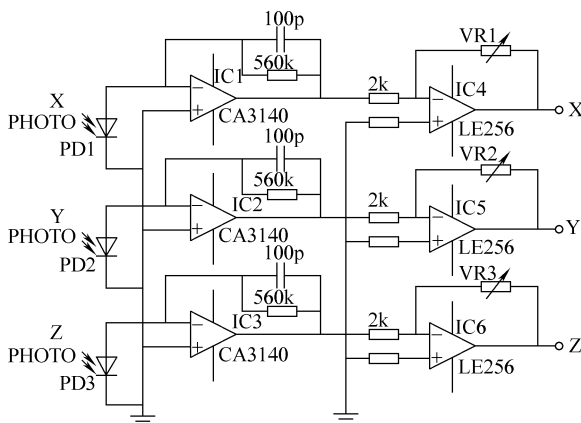


图 7-23 彩色传感器的放大电路

20. 辨别三基色电路

图 7-24 是精确辨别三基色电路。其原理是根据三基色的波长特性（波长、峰值、位置各不相同），借助峰值波长滤色器和光敏二极管，使光谱灵敏度覆盖整个可见光区域，将图 7-23 输出 X、Y、Z，再经过多级放大并经过 U4A、U4B、U4C 进行 A/D 转换得到（红-黄）、（绿-蓝）和（紫）色的最终结果。

在彩色传感器实际使用中最重要的问题是照明电源和聚光系统，且辨色元件的面积应尽可能小，以便有效地在物体上形成照明点。用白炽灯作光源最为方便。至于聚光系统，则必须注意聚光镜的焦距以及照明点的直径。

目前在市场上的彩色传感器，价格比较昂贵，它在机器人的制作和比赛中进行线条带的识别。从实践来看，红外光电反射式传感器也可以满足使用要求。

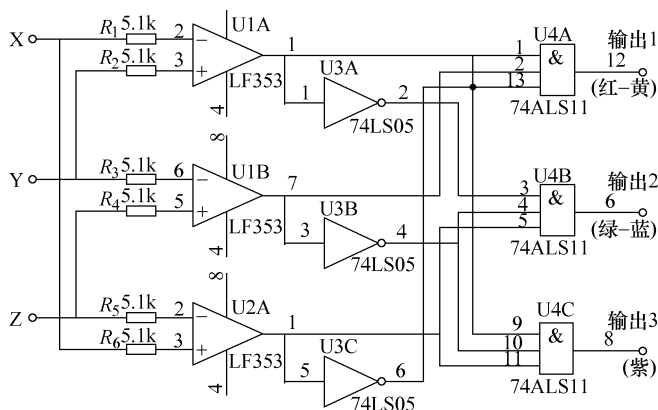


图 7-24 精确辨别三基色电路

21. 信号处理电路

半导体彩色传感器的工作原理可以简述如下，由图 7-25 可知，两个光电二极管的光谱响应曲线有一个交点，在该交点对应的波长光入射时，流过两个二极管的电流 I_{SC1} 和 I_{SC2} 相等，由于图 7-23 信号处理电路的对称性，输出电压 $U_o = 0$ 。当入射波长大于 λ_0 时，由图 7-25 知， $I_{SC2} > I_{SC1}$ ，输出电压 $U_o > 0$ ；当入射波长小于 λ_0 时，输出电压 $U_o < 0$ 。图 7-25 说明了这一点。

在信号处理电路中，二极管 VD3 和 VD4 应有相同的对数特性，分别实现对光电信号的对数压缩，补偿电路动态范围较小的不足。

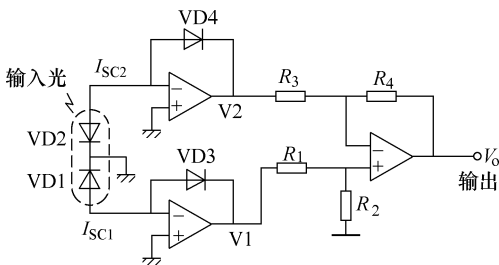


图 7-25 信号处理电路

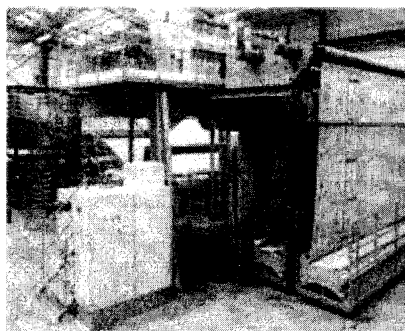
22. 毛巾机故障检测电路

毛巾机的故障检测电路，如图 7-26 所示。

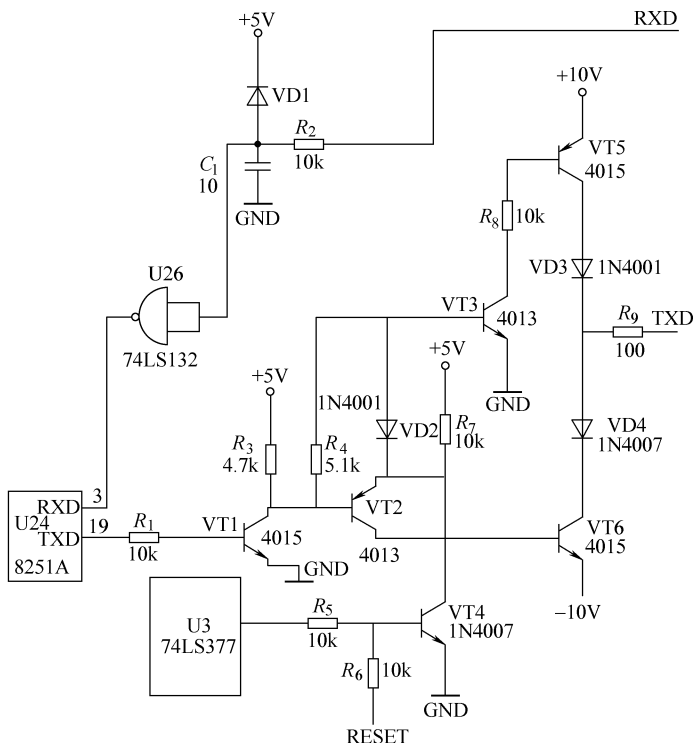
本机主要适用于织造棉纱毛圈织物。织物工艺特征为三纬一碰，双面或单面毛圈的织物组织。纬向可以是四种不同（原料颜色）的纱线，可织制面巾、服装、毛巾布。如加装提花装置后，可织制提花枕巾、浴巾、被单等各式品种。

当出现断纱、坏针、破洞故障时，检测系统由断纱检测器（分别安装在纱架和机身上）、破洞检测器、探针装置和中间继电器等对故障进行检测。

当发生断纱、破洞或坏针时，各检测器上的微动开关 WK 闭合，中间继电器 K 得电，其触头接通启动控制电路的中间继电器，使接触器失电，主触头断开电动机电路，电动机失电停转。检修完毕，恢复正常运转。



a) 外形



b) 电路

图 7-28 平网印花机信号联络电路

25. 煤位自动跟踪电路

煤位自动跟踪信号器能随时掌握煤厂的存煤数量。

(1) 煤位自动跟踪信号器的组成 煤位自动跟踪信号器的组成如图 7-29 所示。

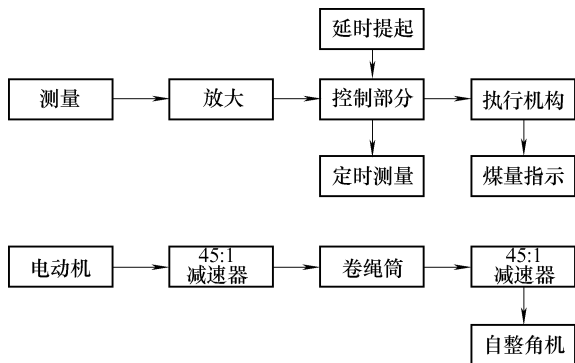


图 7-29 方框图

当煤位下降或上升时，测量部分将测得的信号控制电动机的正转或反转，带动测量锤跟着煤位下降或上升，连续地反映出煤仓内煤位的高低。由此可见，煤位自动跟踪信号器也可测量其他粉状潮湿物的位置变化。

图 7-30 中的测量部分由测量锤和钢丝绳组成；信号放大部分是一个晶体管 VT1 组成的放大器；控制部分包括继电器、高灵敏继电器、时间继电器和交流接触器；延时提起部分包括晶体管 VT2 和电容 C、电阻 R₂；定时测量部分是一只延时继电器 KT；执行机构包括传动部分、电动机和减速器；测量信号变换成煤量指示主要由自整角机完成。

(2) 煤位自动跟踪信号器工作原理 自动跟踪信号器的电路图见图 7-30。接通电源过 3~5min 后, 延时继电器 KT 开始吸合, 由于 KT 常开接点的闭合, 下放接触器 KM1 吸合, 使电动机 M 起动, 电动机通过 45:1 减速器与卷绳筒连接, 使卷绳筒跟着转动, 测量部分的钢丝绳和测量锤就一齐下降。当测量锤接触煤位时, VT1 导通, 高灵敏继电器 K1 动作, 接点 K1 由位置“1”转向“2”, 接触器 KM1 断开, 电动机停止, 钢丝绳和测量锤也就停止下降。

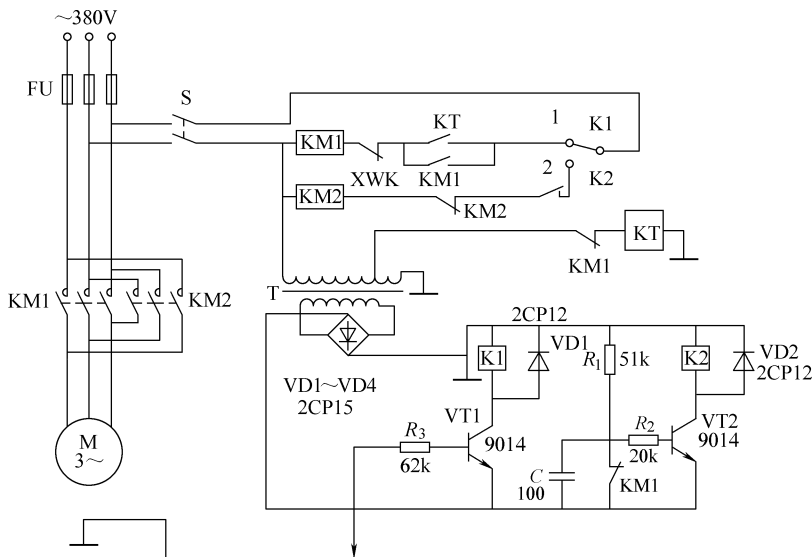


图 7-30 自动跟踪信号器的电路

由于接点 KM1 断开, 电容 C 开始充电, 使 VT2 延时导通, 继电器 K2 动作, 提升接触器 KM2 动作, 电动机 M 开始反转, 把测量部分向上提升, 当测量锤离开煤位时, VT1 截止, K1 断开, 接点 K1 转向“1”, KM2 断流, 电动机停止反转。当煤位连续上升时, VT1 也连续导通, 执行机构也跟着动作, 发出煤位指示。如果煤位连续下降, 则每隔 3~5min KT 动作一次, KM1 重复前述动作。

(3) 煤位自动跟踪信号器的元件选用 测量锤选用 $\Phi 30\text{mm}$ 圆钢, 长为 150mm, 头部做成尖形, 便于接触煤位。进入仓内的钢丝绳用 $\Phi 3\text{mm}$ 的, 长短根据煤仓的深度确定。卷绳筒必须用绝缘材料制成, 并与大地隔离, 以免产生误动作。当电动机反转或正转时, 经减速后带卷绳筒和自整角机的发射机一起转动, 自整角机的发射机转一个角度, 它的接收机也相应地转一个角度。自整角机的接收机分别装在司机岗位和调度室, 从接收机的刻度盘上就可观察出煤仓内存煤数量。

KM1、KM2 用 CJ0-10 型交流接触器, KT 用 110V 交流, 3~15min 延时继电器, K1 和 K2 用 5500 Ω 的灵敏继电器, T 为 220V/28V 变压器。

26. 炉温调节电路

电炉是纯电阻负载, 主电路由两只晶闸管反向并联后串入炉丝电路。

温度测量及自动调节电路的工作情况如下。

R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 组成差动放大器的两只晶体管的分压式偏置电路, 同时这四只电阻又是测量桥的四个桥臂。其中 R_4 为铂电阻, 它的阻值随温度的升高而增大, 随温度的降低而减小, 它还是放入电炉中的测温元件。改变电位器 RP 的阻值可以给定一个炉温。当炉温与给定温度相比偏低时, R_4 阻值减小, 电桥失去平衡, VT2 基极电位下降, 集电极电流减小。由于两管的集电极电流都流过发射极电阻 (1k), 因而两管的射极电位下降, VT1 的集电极电流增大, 集电极电位下降, 充电回路中的晶体管 3AX31B 基极电位下降, 充电电流增大, 使触发脉冲提前, 晶闸管的导通角增大, 炉温上升。当温度偏高时, 一切变化与上述相反。因此可利用差动放大器达到自动调节炉温的目的。如图 7-31 所示。

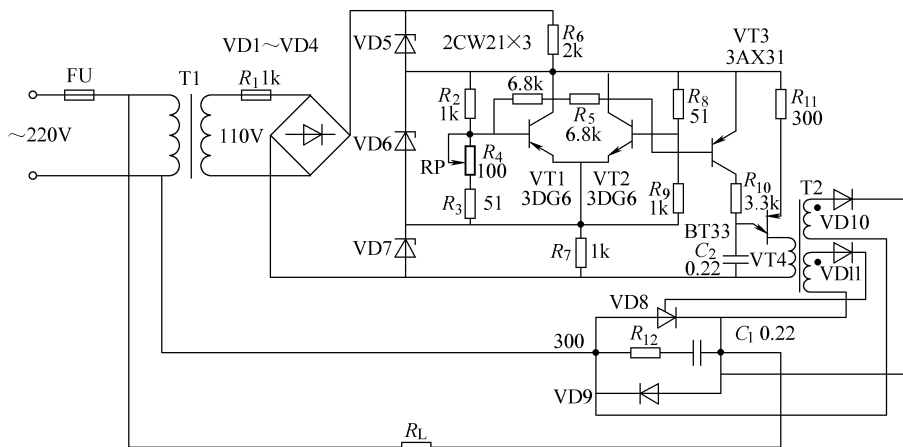


图 7-31 晶闸管炉温调节电路

27. 水塔自动供水电路

在水源足够时，使水塔中水保持稳定；而在水源不足时，水泵停止抽水，避免空抽现象。电路简单，制作调试容易。

该装置的电原理图如图 7-32 所示。当水塔水位在 A 点以上时，A、C 间电阻较小，VT3 饱和导通，K 吸合，KM 释放，水泵电动机停电；水泵不抽水，同时接触器的常闭触点 KM 闭合；在水塔中水位下降到 A 点以下和 B 点以上时，由于 KM 闭合，维持 VT3 导通，水泵仍不抽水；而在水塔中水位降到 C 点以下时，A、B 间和 B、C 间均为大电阻，VT3 截止，K 释放，继电器的常闭触点 K 闭合，KM 吸合，水泵抽水，同时 KM 断开；水塔中的水位逐渐上升，达到 B 点时，因 KM 断开，VT3 仍截止，水泵继续抽水；而当水位上升到 A 点时，情况如前，水泵停止抽水。

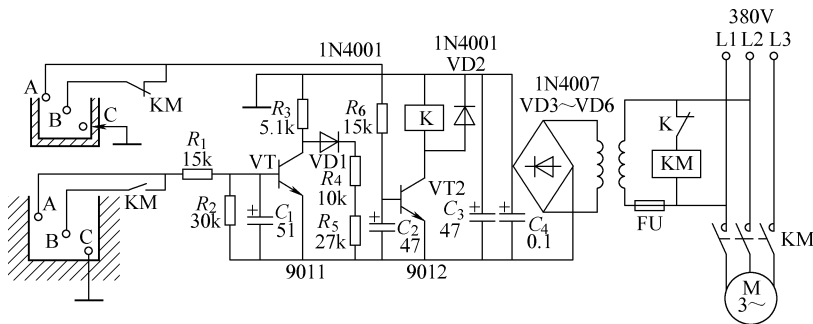


图 7-32 水塔自动供水电路

水井中的水位在 A 点以上，或者水泵抽水时（KM 闭合）在 B 点以上时，R₁ 对地间的电阻较小，VT₁ 饱和，VT₂ 截止，对 VT₃ 的工作没有影响。但水井中水位低于 C 点时，R₁ 对地电阻很大，VT₁ 截止，VT₁ 的集电极为高电平，VT₂ 导通，使 VT₃ 导通，迫使水泵停转。因 KM 断开，水井中的水位只有上升到 A 点以上时，VT₁ 饱和，水泵才能根据水塔中的水位情况工作。

28. 塑料热合机电路

本装置适于聚乙烯塑料袋口热合封口，功率约 40W，制作成本 4~7 元，可供家庭、小店，小厂家使用。

(1) 电路原理 该电路构思独特，设计简洁，使用它能够对不同厚度的塑料材料实施定时加热封口，电路如图 7-33 所示，VD₁、C₁ 构成整流滤波电路，得到 300V 的直流电压。R₁、R₂ 降压得到 24V 的直流电压，供定时控制电路使用。SB₁ 闭合，继电器 KA 得电，KA 闭合，经变压器 T 降压，电加热丝得电；开

始升温加热。

与此同时, C_2 由 R_3 、 RP 开始充电, 随着 C 两端电压的上升, VT 开始导通, 电压上升到一定程度, 稳压管导通, 晶闸管 VTH 导通。由于 VTH 的导通, 使继电器线圈短路失电, KA 断开, 电热丝失电而停止加热, 完成一次定时加热过程, 调整 RP 可改变定时加热的时间, 以适应不同厚度的材料。

LED 直接串在继电器绕组回路中, 用于工作状态指示, 加热时亮, 不加热时熄灭。制作时, 双向晶闸管选用 1A/400V, 稳压管用 2~3V 管, 晶体管用 9014, 其他元件如图 7-33 所示, 必要时根据需要进行适当调整。

(2) 制作方法 原有孔距钻两个小孔, 然后用钢板把电熨斗芯夹在中间, 角铁放在钢板外, 用螺钉旋紧。在角铁的两边, 先垫上石棉板, 外层用两块木板削成把手夹住, 再用两颗螺钉把它夹紧, 最后按图把电容和电熨斗芯用电线连接并焊好, 接地线接在角铁的螺钉上, 接上三线插头便可使用了。

(3) 使用方法 将热合器长出来的一边用细锉刀(或磨石)修磨平整, 使传热良好, 再将玻璃纸与一块布(薄布可叠成双层)的一边用图钉钉在平整的木板上, 把要封口的聚乙烯薄膜袋放在布与玻璃纸之间, 插上热合器电源插头, 接通电源, 3min(若想缩短预热时间, 可在线路上串上一个双联开关 S , 如图 7-33 所示。将开关 S 拨向 1 的位置, 待达到所需温度后即将开关 S 拨回 2 的位置)后, 待热合器热后即可手持木柄使热合器刀口紧贴玻璃纸上塑料袋口要封口处, 约经 1min, 塑料袋口便可黏接起来, 然后迅速移开热合器, 再慢慢揭开玻璃纸, 袋口便封好了。

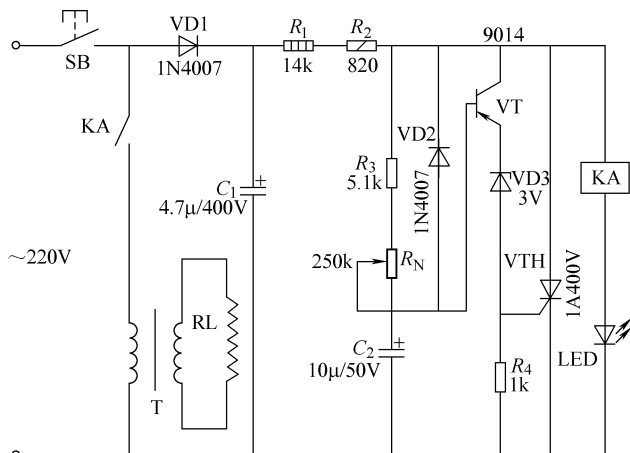


图 7-33 塑料热合机电路

29. 塑料袋封口机电路

如图 7-34 所示的塑料袋封口机控制电路, 通过 NE555 时基集成电路接成单稳态延时电路, 来控制电热元件的通电时间和被热合塑料的固化时间。在封口机的胶木压板上嵌入永久磁钢, 贴近固定台板下安装干簧管 KR 。

接通电源, 电源指示灯 $HL1$ (绿) 亮。变压器 T 的 L_1 输出电压经 VC 整流, 三端稳压器 7812 稳压及 C_1 、 C_2 滤波, 得到 12V 直流电压。当封口机的胶木压板压下时, 嵌在压板上的永久磁钢靠近装在固定台板下的干簧管 KR , 干簧管常开触点闭合, 接通 555 时基集成电路 IC 的电源, 进入准备状态。按下微动开关 $S1$, IC 进入暂态, ③脚为高电平, 继电器 KA 得电吸合, 其常开触点闭合, 电热片 RL 得电加热, 热合塑料袋袋口。同时, 继电器 KA 的另一常开触点闭合, 使晶体管 VT 导通, 加热定时指示灯 $HL2$ (红) 亮, 同时也给 C_5 充电。延时结束, IC 组成的单稳态电路翻转, 又进入稳态, 继电器 KA 失电释放, 电热片 RL 失电, 停止对塑料袋袋口加热。

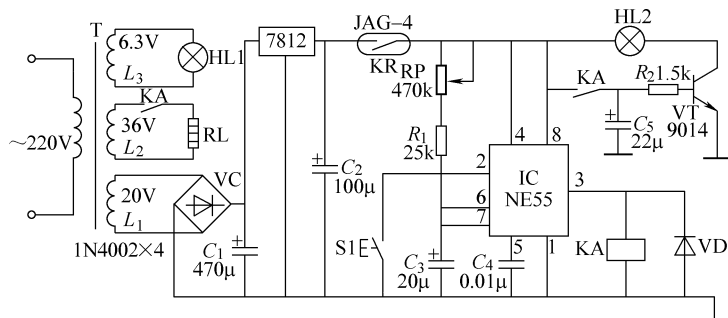


图 7-34 塑料袋封口机电路

塑料口袋口热合后, 不能马上拉起, 需有几秒的固化过程, 以防焊缝撕裂。设置 VT 、 C_5 就是为了在 RL 停止加热后, 给正在热合的塑料固化时间。当 KA 失电释放, 其常开触点断开, 便切断 VT 基极供电线路, 这时 C_5 放电, 继续维持 VT 的基极电流, 红灯继续亮。几秒后 C_5 放电完毕, 红灯熄灭时放松、拉起

胶木压板,永久磁钢也随之离开,干簧管 KR 常开触点复位,IC 失电而停止工作。

30. 由晶闸管构成的塑料封口机电路

图 7-35 是由单向晶闸管构成的塑料封口机电路,适用于塑料生产企业对塑料件进行封口。

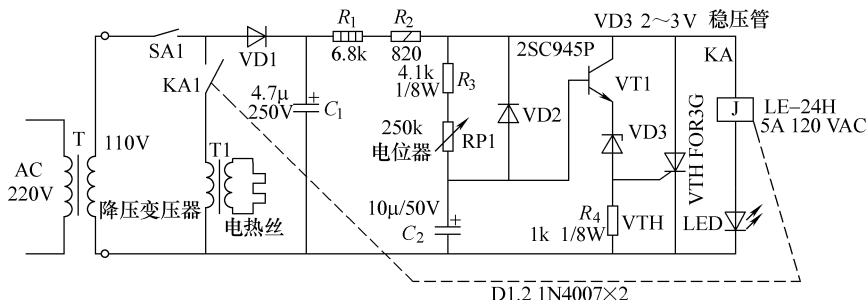


图 7-35 单向晶闸管构成的塑料封口机电路

VTH 单向晶闸管并接在 KA 继电器线圈与发光二极管 LED1 串联电路的两端,用于控制继电器 KA 线圈和 LED1 的状态。当 VTH 导通时,KA 继电器线圈与 LED1 均不会工作;当 VTH 截止时,KA 继电器线圈与 LED1 才会得电工作。

VTH 的触发信号来自于 VD3、VT1,而 VT1 是否导通,又受由偏置电阻 R_3 、RP1 电位和电容 C_2 组成的 RC 时间常数设置电路的延时控制。 R_4 是 VT1 的射极电阻。VT1 与 R_3 、RP1、Q、VD2 实际上是一个受 RC 控制延时导通的射极输出器,用于控制晶闸管 VTH 的工作状态。

具体控制顺序是:110V 交流电源经 SA1 联动电源开关,VD1 整流、 C_1 滤波及 R_1 、降压至 24V,继电器 KA 通电动作,其常开触点 KA1 闭合后,110V 交流电压又经电源变压器降压,从其二次(侧)输出交流电压给电热丝通电使其发热对塑料件进行封口,封口结束后,控制电路动作,继电器 KA 线圈断电释放,KA1 打开,电热丝停止加热。放开手柄,SA1 断开,整机断电。

工作原理如下。

(1) 塑料封口过程 当 SA1 闭合的瞬间,控制电路得电, R_2 电阻降压后的 +24V 直流电压通过 R_3 、RP1 对 C_2 进行充电,由于 C_2 上的电压不会突变, C_2 相当于短路状态,使 VT1 基极等效于接地,故 VT1 不会工作,发射极无电流, R_4 两端无电压产生,VTH 无触发电压而不会导通。这样, R_2 电阻降压后的 +24V 电压加到 KA 继电器线圈与发光二极管 LED1 串联电路上,使 LED1 导通发光,以示塑料封口机进入封口工作状态;同时,KA 继电器线圈中的电流通路形成而吸合,其常开触点 KA1 闭合后,为降压变压器 T1 提供 110V 交流电压,由其降压后驱动电热丝发热进行塑料封口。

(2) VTH 导通过程 随着电容 C_2 上充电电荷的逐渐增加,其上的端电压逐渐上升。当该电压达到一定值时,就会使 VT1 导通,+24V 电压就会经 VT1 导通的 c-e 结使 VD3 齐纳击穿,进而在 R_4 两端产生降压,触发 VTH 导通,使 KA 继电器线圈与 LED1 串联电路的两端被短路,KA 线圈和 LED1 均失电,KA1 断开,电热丝失电停止加热,只有 SA1 断开时 VTH 才会停止导通。

当 VTH 导通以后, C_2 立即经 VD2、VTH 迅速放电,为下一次使用做好准备。

VD2 构成 C_2 的放电通路,VD3 用于提高 VT1 射极电位,相应抬高 VT1 导通所需基极电压,消除 C_2 残留电荷的干扰,另一方面,使 VTH 所得触发信号迅速达到设定值,二者均可提高电路工作的可靠性。

提示:调整 RP1 可改变 RC 时间常数,进而会使 VT1 延迟导通的时间改变,由此就改变了电热丝通电加热的时间,从而适应不同厚度材料封口的需要。

31. 工业生产防抖动电路

在工业生产中,经常使用按钮开关、多位开关、接触器、继电器等,它们常常是开关量的输入源,由于这类开关大都是机械开关,当开关触点闭合时,在达到稳定之前会产生短暂的抖动,弹跳抖动的时间一般可达数毫秒。微机对开关信号采样时,必须消除这种抖动,否则会造成错误。消除抖动的方法采

用软件和硬件两种方法解决。软件的方法是经过延时、采样方法，采样直到两个采样值相同为止，延迟时间应比抖动时间长；硬件方法是在接口电路中加一防抖动电路，如图 7-36 所示是双向防抖动电路。

由两个与非门组成 RS 触发器，把开关信号输入到 RS 触发器的一个输入端 A，当抖动的第一个脉冲信号使 R-S 触发器翻转时，D 端处于高电平状态，故第一个脉冲消失后 R-S 触发器仍保持原状态，以后的抖动所引起的数个脉冲信号对 R-S 触发器的状态无影响，这样就消除了抖动。

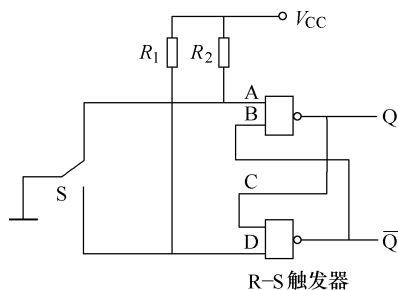


图 7-36 双向防抖动电路

32. 开关信号输入接口电路

图 7-37 为实现 4 路过程开关信号和 4 路系统设置开关信号输入接口电路。过程开关或电平信号通过光隔离器 IC1 (TLP521-4)，进行电平变换后，与系统设置开关信号一起进入三态隔离缓冲器 IC2 (74LS244) 中，通过地址接口控制与数据总线相连接。CPU 需执行一条接口输入指令，即可通过总线隔离器将 P0~P3 和 S0~S3 的 8 个开关信号的状态读入。在计算机控制系统中，需要设计的系统设置开关有“硬手动—软手动开关”、“正反作用控制开关”、“控制方式选择开关”等。

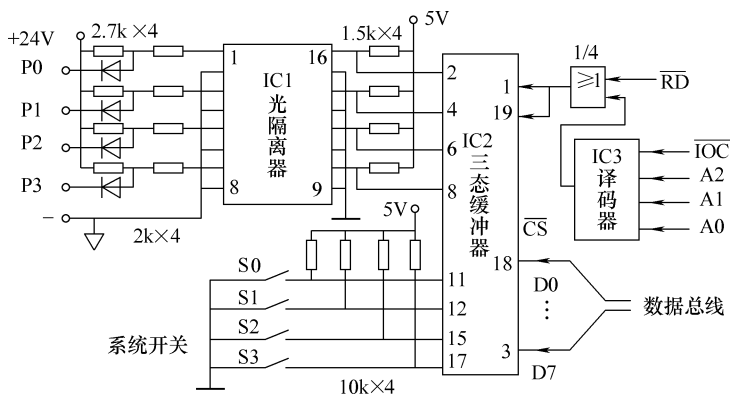


图 7-37 开关信号输入接口电路

33. 开关信号输出接口电路

如图 7-38 所示为开关信号输出接口电路。CPU 只需执行一条输出指令，即可把逻辑数字信号写入到输出锁存器 IC2 (74LS273) 中，其锁存器的锁存控制信号由地址线通过 IC1 译码器输出与 WR 信号相或后得到。锁存器的输出通过 IC3 和 IC4 使发光二极管 LED 亮或灭。对应的输出位 Di 为“1”时，发光二极管亮，反之“0”时，发光二极管灭，以此指示计算机控制系统的运行状态。系统工作状态常需要设置的有手动状态“M”，自动状态“A”，串级（外给定）状态“C”，故障状态“F”等。系统信号报警状态常需要设置的有信号低报警状态“AL”和信号高报警状态“AH”，其“F”、“AH”和“AL”信号通过光隔离功率放大器输出，以便能驱动更大功率的开关执行器报警（如声报警等）。没有连接 LED 的输出可作逻辑控制输出接口使用。

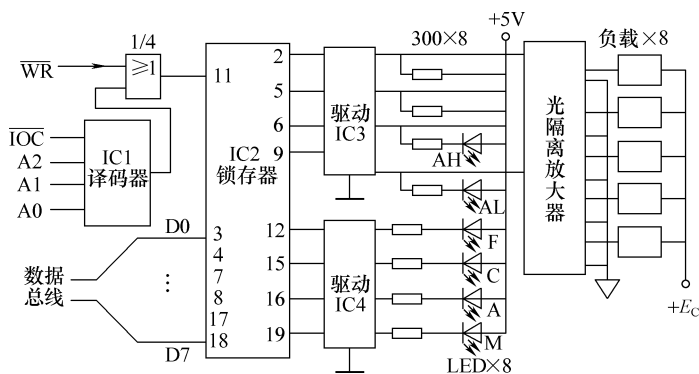


图 7-38 开关信号输出接口电路

光隔离功率放大器已有集成电路，常用的光隔离功率输出器件 MOC 系列有两种输入电平（集电极开路电平和 TTL 电平）的接口电路图，可作为开关输出接口的隔离功率驱动器，在图 7-38 中应采用集电极开路电平输入的电路。如果驱动能力还不能满足开关执行器的要求，可在后面增加更大的功率放大电路。

34. 喷漆机械手的定位控制电路

喷漆机械手是采用步进顺序器分步控制的，首先介绍步进顺序控制器。

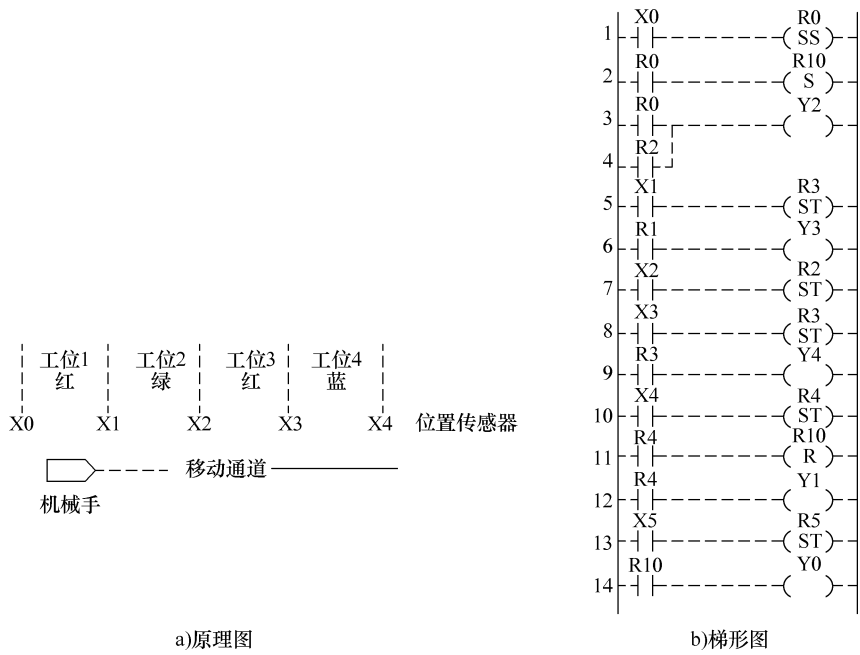
(1) 步进顺序控制器 步进顺序控制器 (SS) 能够按顺序逐一启动后续的 7 个内部继电器线圈 (ST)，组成一个步进顺序器。当第一个标有 (SS) 的内部继电器得电后，使随后的 7 个线圈均处于释放状态。随后当其下一个标有 (ST) 的内部继电器得电时，这组步进顺序器带的其他继电器均释放，通电顺序必定是由小至大，逐一轮流。因此，步进顺序器是把连续的几个内部继电器组合起来，协调行动，它们在 RLL 图中的图形符号见表 7-1。

在 EPS 软件中并不规定步进顺序器从哪个内部继电器编号开始，也不一定在 (SS) 线圈后要跟随七个，(ST) 继电器，但最多是七个。如果需要超过八步时，可以把两个步进顺序器串接起来。

表 7-1 步进顺序控制器图形符号

图 形 符 号	功 能
R7 — (SS) —	R7 内部继电器为步进顺序器的第一个线圈
R8~R14 — (ST) —	R8~R14 是步进顺序器的后续七步继电器线圈
R7~R14 — —	步进顺序器的常开触点，瞬时动作
R7~R14 — /—	步进顺序器的常闭触点，瞬时动作

(2) 喷漆机械手定位控制电路 若有一个带有红、绿、蓝三种颜色油漆喷枪的机械手在一条有四个工位的通道中移动。机械手能喷出三种颜色，在四工位要喷刷四段颜色，如图 7-39a 所示。每个工位的交界处都设置一个位置传感器，此外，在起点及终点也各设一个位置传感器，总共五个位置传感器，其梯形图见图 7-39b。



4

R2

5

X1

R3

(ST)

6

R1

Y3

()

7

X2

R2

(ST)

8

X3

R3

(ST)

9

R3

Y4

()

10

X4

R4

(R)

11

R4

R10

()

12

R4

Y1

()

13

X5

R5

(ST)

14

R10

Y0

()

b)梯形图

图 7-39 喷漆机械手的定位控制

喷漆机械手由 X0 位置传感器启动控制。红色喷枪由 Y2、输出点控制，绿色喷枪及蓝色喷枪分别由 Y3 及 Y4 控制。R0~R5 组成一组步进顺序器。输出点 Y0 控制机械手前进，Y1 控制机械手返回。

首先，X0 位置传感器发出启动信号，使步进顺序器启动，这时 R0 内部继电器吸合，其余 5 个线圈释放。由于 R0 接通，使 R10 置位，驱动输出点 Y0。于是机械手前进，同时 R0 触点驱动输出点 Y2，使机械手上的红色喷枪工作。当机械手行进到 X1 处，X1 位置传感器发出信号，使 X1 触点接通，内部继电器 R1 吸合，同时 R0 断开。因为 R0 是步进顺序器的第一个线圈。R1 触点驱动输出点 Y3，使机械手上的绿色喷枪工作。当机械手继续前进到 X2 处，X2 位置传感器动作，使 R2 吸合，同时断开 R1。与此类同，直至机械手到达终点 R4，使 R10 复位，于是机械手停止前进。当 R4 接通 Y1 线圈，机械手便返回起始点。起始点的位置传感器 X0 又发出信号，于是 PLC 的 X6 又接通，机械手又开始下一次的喷漆工作。

35. 台板套色印花机电路

作为机电一体化设备台板套色印花机涉及机械、电子技术、传感器技术、光电控制、交/直流电动机调速控制、程序控制等技术，是来自生产第一线的真实例子，现分别介绍如下。

(1) 产品用途 本机可供纯棉、化纤织物印花之用，计六种套色。可根据市场变化需求情况，随时变换花型。由于投资少，见效快，特别适合中小企业使用。

(2) 主要规格及技术特征

- 1) 工作幅度：110cm；
- 2) 布速：快车为 3.5m/min，慢车为 0.5m/min；
- 3) 烘干热源：蒸汽；
- 4) 进出布方式：平幅进布，平幅落布；
- 5) 整机动力电动机总功率：直流电动机：5.5kW，交流：4.4kW，总计 9.8kW；
- 6) 电气设备控制方式：手动及全自动两种。

(3) 主要组成部分 本机采用先进的电子技术及程序控制原理，强弱电结合进行设计。据工艺要求：主传动电动机采用直流电动机，根据直流电动机的转速与其电压成正比的道理，快车时电压高，经转换为低电压，使之由快车变为慢车。是一种非连续可调速系统。

毛刷、升降、刮刀均由三相交流异步电动机控制，按预先编排好的程序进行工作。为了保证产品量，保证整机运行停车的准确率，采用了 220V 铁磁稳压器，解决电网±10%波动，使之稳定在 220V 电压这个准确的数值上。

由于内容较多，篇幅所限，机械部分可参考染整设备自制，这里从略。

(4) 电动机规格容量

- 1) 直流电动机，(主传动电动机)：Z2-5；15.5kW，1500r/min，220V、30.1A、复激。
- 2) 交流电动机
 - ① 毛刷电动机：JF02-31-6，1.1kW，950r/min。
 - ② 升降电动机：J03-100L-6，2.2kW，960r/min。
 - ③ 刮刀电动机：JF02-22-4，1.1kW，1420r/min。

(5) 机器操作与运行 本机电气柜内装有电源部分，控制部分及操作部分合成一体，另有 220V 铁磁稳压电源箱一个。电气柜面板上集中了各种指示仪表、操作按钮、指示灯及钥匙电源开关。电气柜内交直流两块板分装，前后有门，便于维护。

1) 开车手动

① 合上空气开关及铁磁稳压器开关，打开钥匙开关给电气柜送电，按总电源开关 SA1 交流接触器 KM 得电吸合，如图 7-40 所示，与此同时，串接在信号回路中的辅助触点 KM 吸合，指示灯亮。

② 按下按钮 1SA1，KM1 线圈吸合，接在图中的直流电动机主回路里的 KM1 的主触点也吸合，则主传动直流电动机工作，开快车，带动布机向前传动，信号辅助电路 11-22 中 KM1 辅助触点接通，指示灯亮。

2) 自动：合上总电源开关，按下 SA，开了快车之后，一系列动作均已安排好的程序进行自动控制。即快车→快制→慢车→慢制→升降→网制→正、反刮→刮制→快车，这样周而复始一直连续工作。

3) 停车: 电柜及车左、右、前、后均安装有停车按钮, 如 1SB、2SB、3SB、4SB, 根据需要随时可按按钮停车。

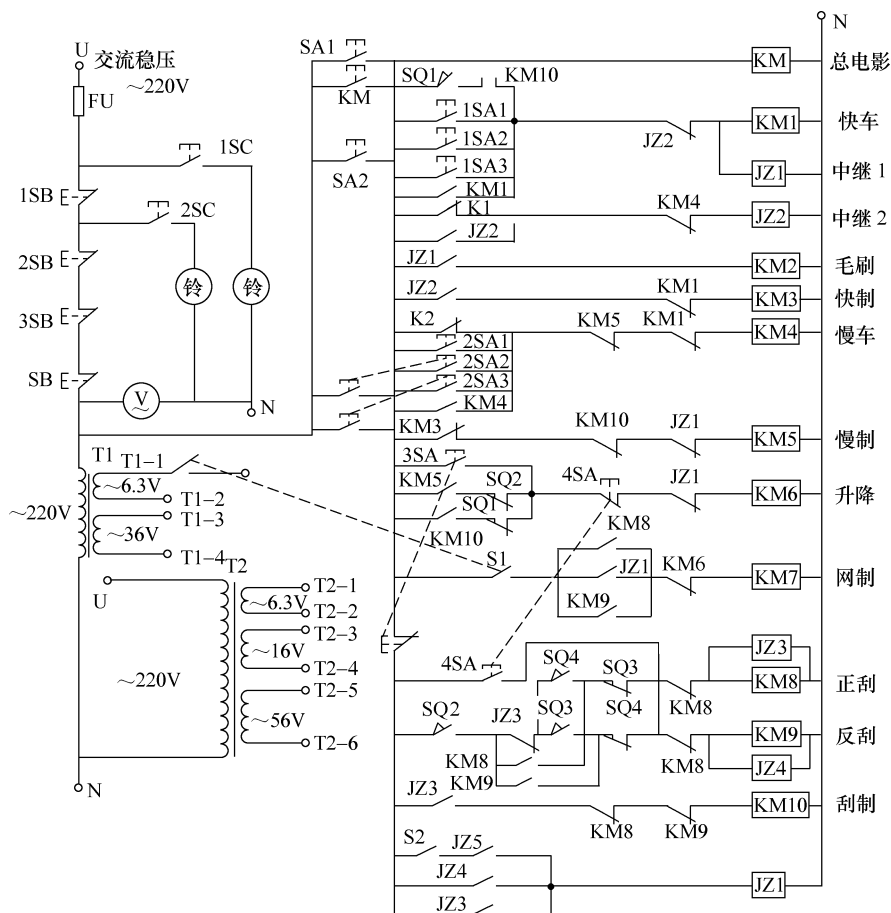


图 7-40 控制电路

36. 恒温电烙铁电路

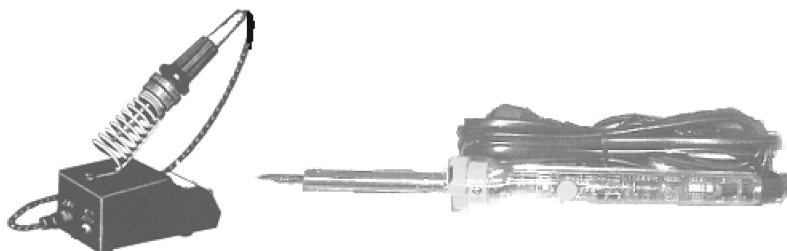
恒温电烙铁是通过软磁材料与磁钢的吸合与分离, 实现自动控温的。如图 7-41 所示。当焊头温度在恒温值以下时, 连接在焊头端的磁性温度传感器吸住永久磁铁, 使磁钢连杆上的触点接通, 电源送给发热元件, 是焊头温度逐步上升。当温度高于恒温时, 加热元件失去磁性, 电源切断, 停止加温。这样周而复始地使电源自动接通或断开, 升温与降温, 保持电烙铁处于恒温状态。如改变加热元件的型号, 就可以得到不同的恒温值。

恒温电烙铁一般为 45W, 间断地通电和断电, 实际耗电为 25W, 采用变压器 24V 供电, 交直流两用。恒温电烙铁具有节能、高效、低耗、寿命长等优点, 是电子产品生产和电子修理行业理想的焊接工具。如图 7-41a 为两种恒温电烙铁外形图, 如图 7-41b 恒温电烙铁电路图。

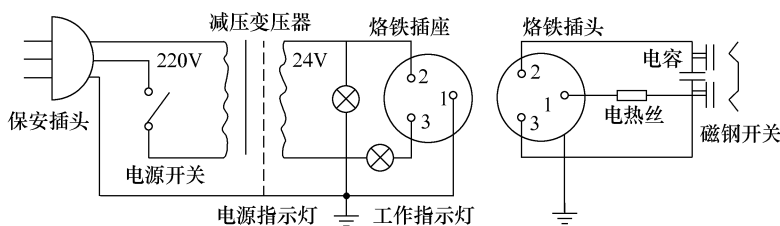
一般说来, 应根据焊接对象合理选用电烙铁的功率和种类, 被焊件较大, 使用的电烙铁的功率也应大些。若功率较小, 则焊接温度过低, 焊料熔化较慢, 焊剂不易挥发, 焊点不光滑、不牢固, 这样势必造成外观质量与焊接强度不合格, 甚至焊料不能熔化, 焊接无法进行。但电烙铁功率也不能过大, 过大了则会使过多的热传递到被焊工件上, 使元器件焊点过热, 可能造成元器件损坏, 使印制电路板的铜箔脱落, 焊料在焊接面上流动过快, 并无法控制等。

选用电烙铁的原则如下:

- 1) 焊接集成电路、晶体管及受热易损的元器件时, 考虑选用 20W 内热式或 25W 外热式电烙铁。



a) 恒温电烙铁外形图



b) 电路图

图 7-41 恒温电烙铁电路图

- 2) 焊接较粗导线或同轴电缆时, 考虑选用 50W 内热式或 45~75W 外热式电烙铁。
- 3) 焊接较大元器件时, 如金属底盘接地焊片, 应选用 100W 以上的电烙铁。
- 4) 烙铁头的形状要适应被焊件物面要求和产品装配密度。

37. 纸张厚度测量器电路

本例介绍一种纸张厚度测量器电路, 它可广泛应用于造纸、印刷等行业的自动控制电路。如图 7-42 所示。

该纸张厚度测量电路由电源电路、红外检测电路和控制执行电路组成。

交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流、IC2 稳压及 C₁~C₃ 滤波后, 产生 12V 直流电压, 供给红外检测电路和控制执行电路。

红外检测电路由红外线发射二极管 LED1、红外线接收二极管 LED2、运算放大集成电路 IC1 及有关外围元器件组成。

控制执行电路由晶体管 VT1、VT2 和继电器 K1、K2 等组成。

红外线发射管 LED1 发出的红外光透过纸张后, 被光敏二极管 LED2 接收。当纸张较厚时, 透射后的光线强度较弱, LED2 的导通能力较弱, 导通内阻较大, 使 IC1 的④脚、⑦脚电压变高, 当两脚电压超过⑤脚的基准电压时, ②脚输出低电平, 使晶体管 VT1 导通, 发光二极管 LED3 点亮, 继电器 K1 动作, 使控制纸张较厚的电路工作。反之, 纸张较薄时, IC1 的⑦脚、④脚电压变低, 当两脚电压低于⑥脚的基准电压时, ①脚输出低电平, 使晶体管 VT2 导通, 发光二极管 LED4 点亮, 继电器 K2 动作, 使控制纸张较薄的电路工作。

IC1 的⑤脚、⑥脚的电压分别由电位器 RP1 和 RP2 调节。

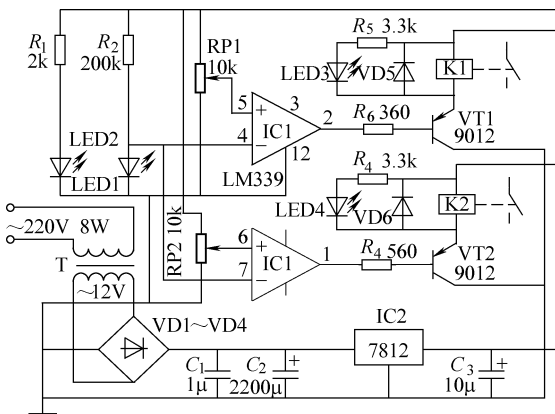


图 7-42 纸张厚度测量电路

38. 暖气集中供热电路

(1) 集中供热的意义 集中供热将来的发展就是在现有的集中供热系统的基础上实行分户热计量收费,也就是使热量也成为商品,在市场上进行流通提高供热系统的能效。

就目前现状而言,我国供热系统的能效只有30%左右。能量的损失,主要是三部分:锅炉热损失、管网热损失和热用户散热损失。其中热用户散热损失,主要是由于冷热不均造成的,这部分热损失约为30%~40%,是相当大的。供热系统搞分户计量收费,从节能的角度考虑,主要是挖掘这部分的节能潜力。根据建设部颁布的《民用建筑节能设计标准》和建筑节能“九五”计划和2010年规划以及俞部长签发的76号令《关于民用建筑节能管理规定》将于2000年10月1日起施行。其中明确规定:新建设的居住建筑的集中采暖系统应当使用双管系统、推行温度调度和户用热量计装置,实行供热计量收费。我国现在的供热发展目标是到2010年城市集中供热基本实现分户按热量计量收费。为此,城市供热的热源和热力网要提高以动态调节代替静态调节的技术,逐步实现按需供热的运行。并且在2015年发展到城市供热普及率在2000年25%的基础上提高15%~20%,使供热普及率达40%以上。

(2) 供热电路 如图7-43所示,来暖气时,首先是热控电路翻转,延时电路被清零,并开始计时,输出低电压。控制器TWH8751的选通脚为低电位,故输出由①脚控制。由于室内温度低,温控电路输出高电位,并控制TWH8751,使阀门打开,室内升温,如果半小时内室内无人,则计数结束,CD4060输出高电位(并自锁),选通端为高电位,自行关气。如果一定的时间内有人来,则声控电路输出正电

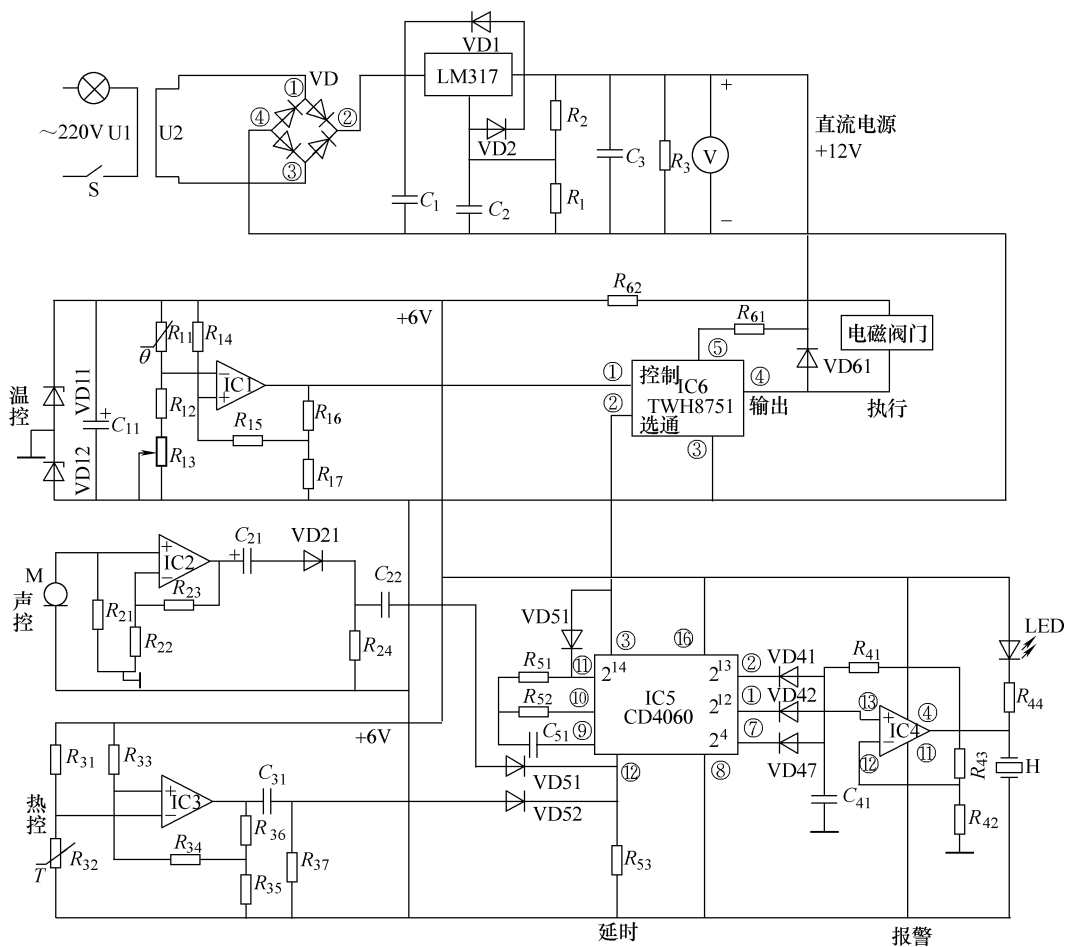


图 7-43 集中供热电路图

压,使 CD4060 清零,并输出低电位。由于室内有人,故经常发出声音,如谈话声、咳嗽声、脚步声、板凳的声音等,使 CD4060 经常被清零而保持低电位输出,这时,控制器受低电位控制,使室内恒温。如果在半小时内一直未发出声音,则在关气前某一时段发出关气预报(声、光报警信号)。由于压电陶瓷片发出的声音极轻微,故不会触发声控电路而导致失控。当室内的人(如果有人的话)看到或是听到声光信号时,可咳嗽一声或发出其他声响,则计数电路得以清零而从新开始计时。如果人离开房间,则半小时后阀门自动关闭。

系统电路中各部分实际所需的是 6V 的直流电压,而我们设计的直流稳压电源输出直流电压是 12V,因此,电阻 R_{62} 主要起限流和降压的作用。同时,温控电路中还使用了两个 3V 的稳压二极管进行稳压,以保证供电的稳定性;VD51 在延时电路中起锁定作用,当 CD4060 的③脚输出高电平时导通,振荡器停振,保持③脚高电平不变;二极管 VD52、VD53 用于防止声控电路与热控电路两电路的相互影响而设置的。

39. 交通路口彩灯转换电路

当我们走在大街上的时候,一定要注意红绿灯,遵守交通规则。你知道红黄绿三种颜色的灯是如何转换的吗?电路如图 7-44 所示。

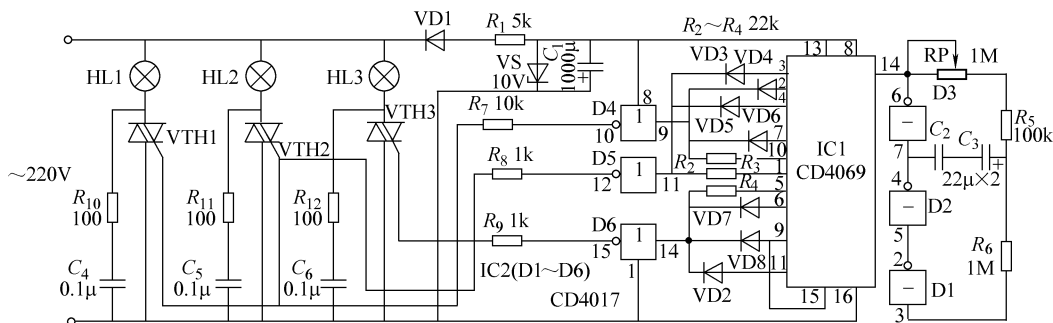


图 7-44 交通红绿黄灯控制电路

(1) 电路组成

- 1) 电源电路由整流二极管 VD1、限流电阻 R_1 、稳压二极管 VS 和滤波电容 C_1 组成。
- 2) 多谐振荡器电路由电位器 RP、电阻 R_5 、 R_6 、电容 C_2 和非门集成电路 IC2 (D1~D6) 内部的非门 D1~D3 组成。
- 3) 计数分配器电路由计数/脉冲分配器集成电路 IC1、二极管 VD2~VD8 和电阻 $R_2 \sim R_4$ 组成。
- 4) 灯光控制电路由 IC2 内部的非门 D4~D6、电阻 $R_7 \sim R_{12}$ 、电容 $C_4 \sim C_6$ 、晶闸管 VTH1~VTH3 和指示灯 HL1~HL3 组成。
- 5) 交流 220V 电压经 VD1 整流、 R_1 限流降压、VS 稳压及 C_1 滤波后,产生 10V 直流电压,供给 IC1 和 IC2。

(2) 电路工作原理 多谐振荡器通电后振荡工作,为 IC1 的⑭脚提供计数脉冲。该计数脉冲经 IC1 计数分频处理后,从其各输出端依次轮流输出高电平,通过非门 D4~D6 使晶闸管 VTH1~VTH3 轮流导通,HL1~HL3 轮流点亮。

1) 黄色灯 HL2 点亮:当 IC1 的③脚(Y0 端)或①脚(Y5 端)输出高电平时,非门 D5 输出低电平,使 VTH2 受触发导通,黄色灯 HL2 点亮,此时非门 D4 和 D6 输出高电平,VTH1 和 VTH3 截止,红色灯 HL1 和绿色灯 HL3 不亮。

2) 红灯 HL1 点亮:当 IC1 的②脚、④脚、⑦脚和⑩脚(Y1~Y4 端)输出高电平时,非门 D4 输出低电平,使 VTH1 受触发导通,VTH2 和 VTH3 截止,红灯 HL1 点亮。

3) 绿色灯 HL3 点亮:当 IC1 的⑤脚、⑥脚、⑨脚和⑪脚(Y6~Y9 端)输出高电平时,非门 D6 输出低电平,使 VTH3 受触发而导通,绿色灯 HL3 点亮。

调节 RP 的阻值,可改变多谐振荡器的振荡周期,调整范围为 1~10。

40. 印刷厂速印机电路

速印机控制电路原理如图 7-45 所示。该机采用 200V 50W 直流并激式电动机作动力驱动, 电源直接采用交流 220V, 经 VD1~VD4 桥式整流为直流电。通过调节晶闸管 VS 的导通角, 进而控制输入电动机 M 转子的直流脉动电流的大小, 从而调节电动机转速控制印刷速度。C₁、RP、VD7 和电动机转子绕组为充电回路, 调节 RP 的阻值可改变充电时间常数, 配合触发二极管 VD9, 可改变 VS 的导通角。VD5、VD6、VD7、VD8 为电路元器件保护二极管, 防止电动机转子电刷火花和定子线圈断电时的自感电压对其他元器件的损害。

电路中, VS 可用 3A600V 单向晶闸管, 整流及保护二极管均用 1N4007, C₁ 用 0.15μF/60V 电容, C₂ 用 0.33μF/400V 电容, R₁、R₂ 取 1.5k, RP 用 100k 带开关电位器, VD9 用双向触发二极管, 20V 左右。

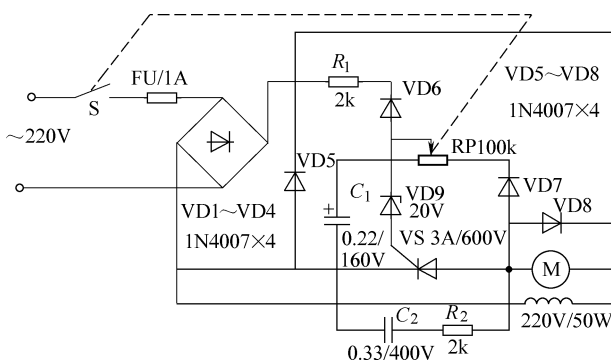


图 7-45 印刷厂速印机电路

41. 工业锅炉除垢电路

工业锅炉除垢电路, 通过对水进行高频电场处理, 改变水中含量的物理性能, 从而达到除垢和防垢的目的。

(1) 电路组成 工业锅炉除垢电路由电源电路、200kHz 矩形波振荡器、驱动放大电路和输出指示电路等组成, 如图 7-46 所示。

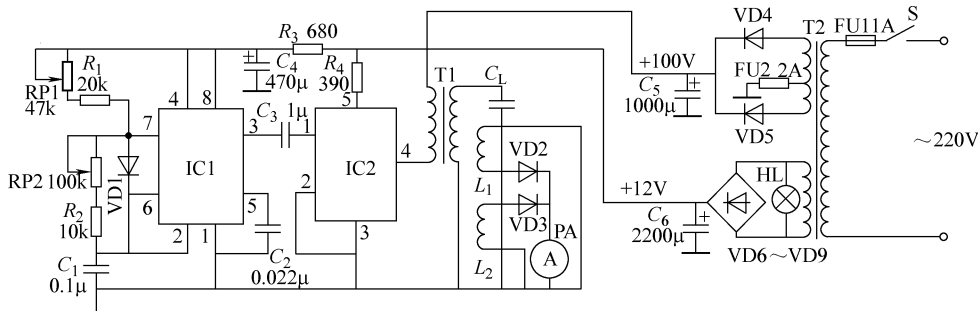


图 7-46 工业锅炉除垢电路

电源电路由电源变压器 T2、整流二极管 VD4~VD9、滤波电容 C₅、C₆ 等组成。

200kHz 矩形波振荡器电路由时基集成电路 IC1 和有关外围元器件组成。

驱动放大电路由大功率电子开关集成电路 IC2、输出变压器 T1 和容性负载 C_L 等组成。

指示电路由电流表 PA、整流二极管 VD2、VD3 和电流互感线圈 L₁、L₂ 等组成。

(2) 工作原理 接通电源开关 S 后, 交流 220V 电压经 T2 降压、VD4~VD9 整流后, 在 C₅ 和 C₆ 上分别产生 +100V 电压和 +12V 电压, 其中, +100V 电压加至输出变压器 T1 的一次绕组上, +12V 电压供给 IC1 和 IC2。

200kHz 矩形波振荡器通电工作后, 从 IC1 的③脚输出 150~220kHz 矩形波信号, 该矩形波信号经 IC2 放大后, 通过输出变压器 T2 驱动容性负载 C_L, 产生高频电场对进入锅炉的水进行处理。

工业锅炉除垢电路工作后, 电流表 PA 中将有电流指示。

调节电位器 RP1 和 RP2 的阻值, 可改变矩形波振荡器的工作频率。

(3) 元器件选择和安装

R₁、R₂ 和 R₃ 均选用 1/4W 碳膜电阻; R₃ 选用 1W 碳膜电阻。

RP1 和 RP2 选用小型实心电位器或密封式可变电阻。

$C_1 \sim C_3$ 均选用独石电容; C_4 和 C_6 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容; C_5 选用耐压值为 160V 的铝电解电容。

VD1~VD3 均选用 1N41482 型硅开关二极管; VD4 和 VD5 均选用 1N5406 型硅整流二极管; VD6~VD9 均选用 1N4007 型硅整流二极管。

IC1 选用 NE555 型时基集成电路; IC2 选用 TWH8751 或 TWH8778 型大功率电子开关集成电路。

容性负载 C_L 由铜网、绝缘管(瓷管或玻璃管)和锅炉的进水管等构成。先将铜网装在绝缘管内,再将绝缘管装在锅炉的进水管内。用同轴电缆将该容性负载 C_L 与电子除垢器电路相连;同轴电缆芯线的一端接输出变压器 T1 二次侧的非接地端,芯线的另一端接铜网;

同轴电缆屏蔽线的一端接进水管的外壁,屏蔽线的另一端接 T1 二次侧的接地端。绝缘管的出口处用防水胶密封,以保证铜网不进水。

42. 工业产品推销导购电路

这里介绍的全自动红外线导购商品“小姐”,即为商品语音介绍机。它可以设计成放置新产品的展台,要展示的商品可以放在上面,当顾客停留在感兴趣的物品前超过 3s 时,自动商品介绍机自动用语音对商品的性能进行详细介绍,介绍产品性能的语音可以长 1min,并且可以随时更改重录,录入的语音可以永久保存在芯片中,不会因为断电等原因丢失。如果顾客仍然停留在商品前方,介绍机会反复介绍产品性能,直到顾客离开,如果顾客只是从商品前方经过,因为停留的时间小于 3s,所以介绍机不会工作。自动商品介绍机可以替代产品促销小姐的部分工作,而且它独特的工作形式容易引起顾客的兴趣,增加产品的广告效果。工作原理分析如下。

(1) 电源电路 图 7-47 (电源和电路) 是语音介绍机的电源部分,交流电源经过 1A 的保险器 FU 通过变压器 T 降压、AB 整流后由 LM7812 和 LM7806 稳压获得 12V 和 6V 直流电源。

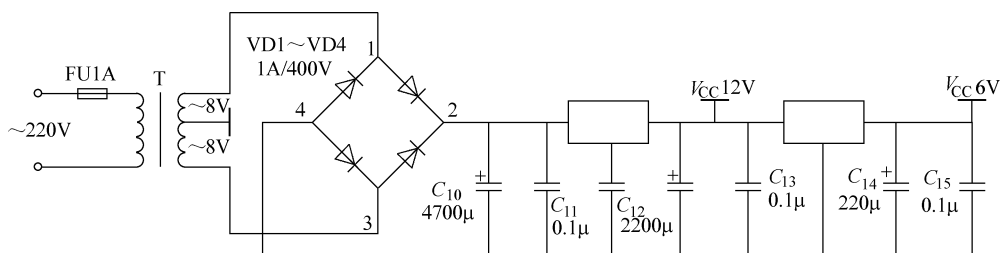


图 7-47 直流电源

(2) 红外线语音控制电路 图 7-48 中的 TX05D 是红外线发射、反射检测开关,体积仅为 32mm×17mm×48mm,模块的输出是一根一米左右的双芯屏蔽线,其中红线接正电源,白线为输出,屏蔽层铜网接地。它的优点是工作可靠、检测距离比较远。当工作电压为 12V 时,检测距离可以在 20~100cm 之间可调,也可以根据促销现场的实际情况调整动作距离。使顾客接近到商品一定距离内,顾客的身体将 TX05D 发射的红外线光束反射到红外线接收三极管内, TX05D 动作,输出高电平。通过非门 F1、F2 反相及电平整形后由电位器 RP1 向 C_9 充电,充电电路的时间常数约 3s 左右。可以通过调整 RP1 改变延时触发时间,如果顾客只是从商品前方经过,因为停留的时间小于 3s, C_9 两端的电压还未达到 F3 的翻转电平时, F2 已经变成低电平, C_9 两端的电压被二极管 VD2 瞬间释放掉。当顾客停留时间超过 3s 时, F3 翻转输出低电平触发语音电路 APR9600 工作, VD1 为反相隔离二极管。

APR9600 是台湾公司推出的音质好、噪声低、不怕断电、可反复录放的新型语音电路,采用 DIP28 双列直插塑料封装。它的工作方式非常灵活,通过第④、⑤、⑨脚的不同电平设置可以有多种工作模式。这里将④、⑤、⑨脚都接低电平,是接成串行选段控制方式,只是这里只录入一段语音。当①脚被低电平触发后,芯片播放出仅有的一段语音,录入语音的时间和芯片的振荡电阻 R_2 有关,电阻越大,录入语音的时间越长,但是音质会随录放时间加长而变差,当振荡电阻为 24kΩ 时录放时间为 32s,当振荡电阻为 44kΩ 时录放时间为 60s。APR9600 芯片本身能够直接驱动扬声器工作,不过功率比较小,只有 50mW,在人声嘈杂的商店里根本听不清,为此增加了 LA4425 作为功率放大电路。LA4425 音频功率放大集成电路的

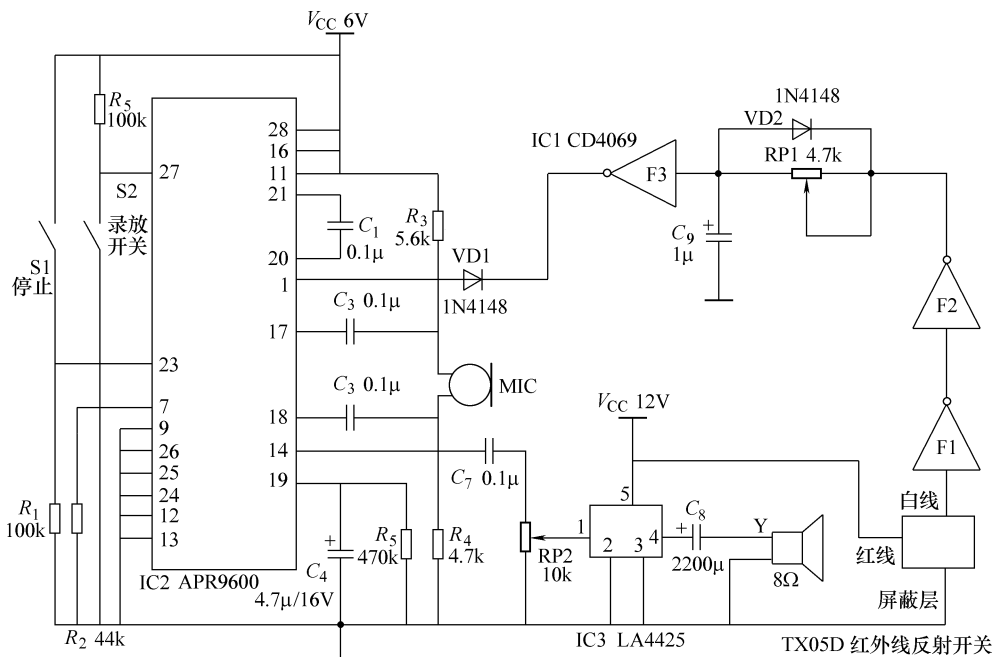


图 7-48 红外线语音控制电路

特点是外围元件很少，只需一个输出耦合电容就能向 8Ω 的扬声器提供 $5W$ 的不失真功率，通过调整音量电位器 $RP2$ 可以播放出清晰、洪亮的介绍语音。

(3) 低频振荡电路 低频振荡电路如图 7-49 所示。门电路 $F4$ 、 $F5$ 、 $F6$ 共同组成一个低频振荡器，驱动超高亮度发光二极管闪烁，发光二极管可以布置在展台座的四周，起到装饰作用。

(4) 使用方法 商品自动介绍机使用前要预先录音，录音时

按住 $K2$ ，这时扬声器中会发出“嘀”的两声提示音，然后可以对着传声器进行录音。将产品介绍的语音录制完毕后松开 $S2$ ，扬声器中会再发出“嘀”的一声，提示录音结束，如果录音时间超过芯片允许的时间，当达到芯片允许时间时会发出“嘀、嘀”两声提示音，强制结束录音。 $S1$ 是停止按钮，在商品介绍机用语音介绍时只要按一下 $S1$ 就可以停止语音介绍。

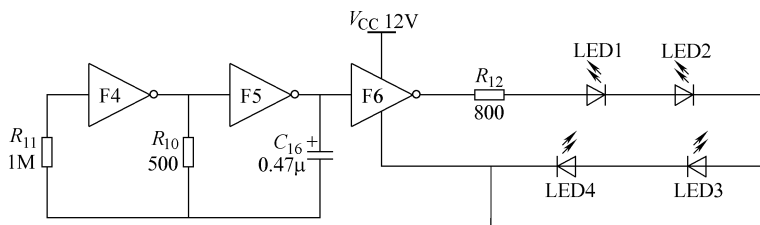


图 7-49 低频振荡电路

43. 微波控制电路

本例介绍的微波控制开关是根据多普勒效应进行工作的：由本机振荡电路产生一个固定的高频信号（一般为 $400\sim 800MHz$ ）：经天线辐射到周围空间，当天线附近一定距离内有物体运动时，高频信号就会被运动物体发射回来再被天线接收，使原振荡电路的振荡频率和信号幅度产生变化，此变化信号经积分、放大、比较等处理后形成控制信号，使控制执行电路动作，达到自动控制的目的。该控制开关可用于对防盗报警器或照明灯的控制。

(1) 电路组成 该微波控制开关电路由本机振荡器、放大器、双限电压比较器和控制执行电路组成，如图 7-50 所示。

本机振荡电路由晶体管 $VT1$ 、电感 L 、电容 C_1 、 C_2 、电阻 R_1 、 R_3 、电位器 $RP1$ 和天线组成。

放大器由晶体管 $VT2$ 和电容 C_3 、 C_5 、电阻 R_4 、 R_5 组成。

双限电压比较器电路由运算放大器集成电路 IC 、电阻 R_6 、 R_8 、二极管 $VD1$ 、 $VD2$ 和电位器 $RP2$ 组成。

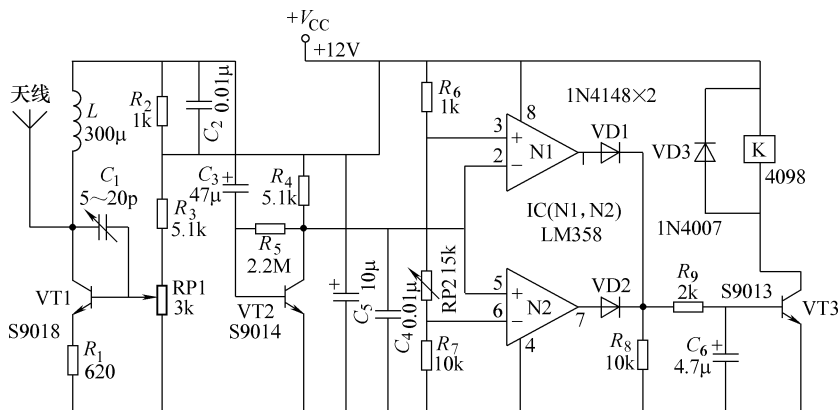


图 7-50 微波控制电路

控制执行电路由晶体管 VT3、电阻 R_9 、电容 C_6 、二极管 VD3 和继电器 K 组成。

(2) 电路原理 VT1 在 C_1 的正反馈作用下产生自激振荡，振荡产生的高频电磁波由天线辐射到周围空间，在天线四周产生一个立体的微波场。当有物体在此微波场运动时，物体运动所反射的电磁波就被天线接收，使 VT1 自激振荡的幅度和频率发生变化，此变化经过由 R_2 、 C_3 组成的积分电路变成随物体移动而波动的电压信号，该电压信号经 VT2 放大后，在 VT2 的集电极上产生 2.5~6.7V 的变化电压（电压的变化与物体移动的速度及距天线的距离成正比）。此变化的电压经 IC 比较处理后，产生控制高电平，使 VT3 导通，K 吸合，受控电路（报警器或照明灯等）通电工作。

调整 C_1 的容量，可以改变自激振荡器的工作频率。调整 RP1 和 RP2 的阻值，可以改变微波控制开关动作的灵敏度。

44. 水质鉴别电路

日常用水的水质，直接影响人们的健康。水质鉴定在业余条件下，由于条件所限而无法采用专业性的取样化验和分析，但却可通过自制一个电子装置，对水直接检测从而直观地显示并判别水质的优劣，因此具有较实用的价值。

检测器电路如图 7-51 所示。IC1 与外围元件 R_1 、 R_2 、 C_1 等构成多谐振荡器电路。同时，在 R_3 的中间触点输出端接有一只水质探头。探头右侧接 IC2 组成的 LED “点式” 电平显示电路。由于水中杂质含量与水的纯净度成反比。在探测水质时，如果水质好，说明杂质含量少，而相应水中杂质成分的水解离子浓度就低，于是此水的导电率也低，则水电阻值就大，振荡信号经过此水后的衰减量相应就大。因此电平指示器就因输入信号幅值偏低而呈现在“低位” LED1~LED3 范围内某点“LED”显示上。反之，水质不好、杂质量大，而使振荡信号“高电平”衰减地通过探头，输入至 LED 显示器上。从而使显示器呈现在

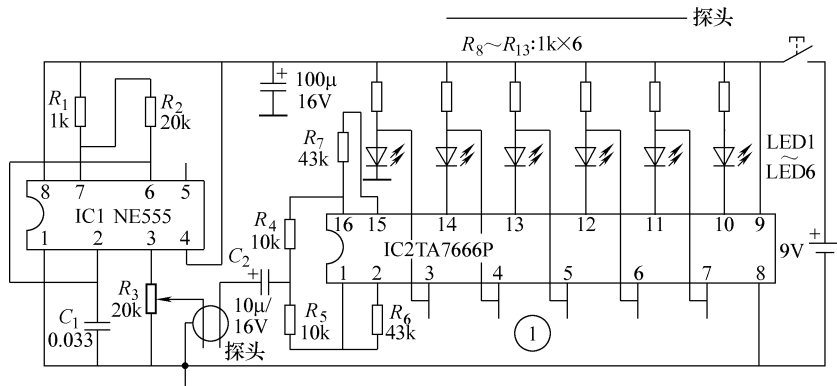


图 7-51 水质鉴别电路

“高位”LED4~LED6范围某点“LED”显示上。

实际制作时,用材上采用直径 4mm^2 的铜芯护套线,下部用小刀将部分绝缘外皮切除,使铜线芯各裸露出 10mm 左右。上端焊接上一对双芯屏蔽线(防止感应外部杂波干扰)。此后。将接头用胶带缠绕包好;屏蔽线另一端则接入测量电路。

电路安装完成后还应做简单的校调。首先,在杯子内装上自来水,以此作为测试校准源:将探头置于杯内水中,调整时按下电源开关S。这时指示器中的某只LED将会发光,接着慢调可调电阻 R_3 ,在LED1~LED6的发光位变动中使指示点停留在LED2(绿)的位置上,此时调整校准结束。

45. 班产量统计电路

在企业统计班组、个人的日产量是每天必做的工作。对于半成品。无法用包装、打包后的件数来计数,如果很多台(套)设备同时运行,且这些设备又是由多班组轮流操作、每个班组的日产数量均很大时,要精确统计班组、个人的日产量就非常困难。本电路能很好地解决这个问题。该电路内置万年历(2001~2099年)。可对每日四个班组轮流工作的时间、产量进行记录并存储,最大存储量136班次,为生产管理提供方便。

工作原理如下。

电路原理如图7-52b所示:主控芯片AT89LV51单片机工作电压为 $2.6\sim 6\text{V}$,由于片内RAM容量有限,故扩充了一片SRAM6264。LCD1是 20×4 字符液晶显示模块,G1是光电开关(20×4 中 $\times$ 是乘号,G1在 C_3 上边)。工作时,当有一个产品通过,P33脚收到一个负脉冲,单片机对产品进行计数并通过液晶屏显示出来。初次通电时,液晶屏显示如图7-52a所示。第一行显示当前时间2005年8月19日12时0分,第二行的000000表示当前产量为0。符号?表示当前的组别还没有选择。当某班组上班时。按一下组选键“SB1”,“?”会变为A。连续按动SB1,循环显示组别A、B、C、D。选好组别后,按确定键SB2,“?”会变成“!”,表示组别选择成功,这时产量自动清零,为该组的工作做好了准备。该组下班时,可按保存键SB7保存数据。为避免误操作浪费RAM,本装置还设有操作提示。具体的做法是:按一下SB7,屏幕上显示:“Save no!”,如果不想保存,可再按一下SB7,返回原来的显示状态;如果要保存数据,则按一下AN4,显示变为:“Save yes!”,如果仍不

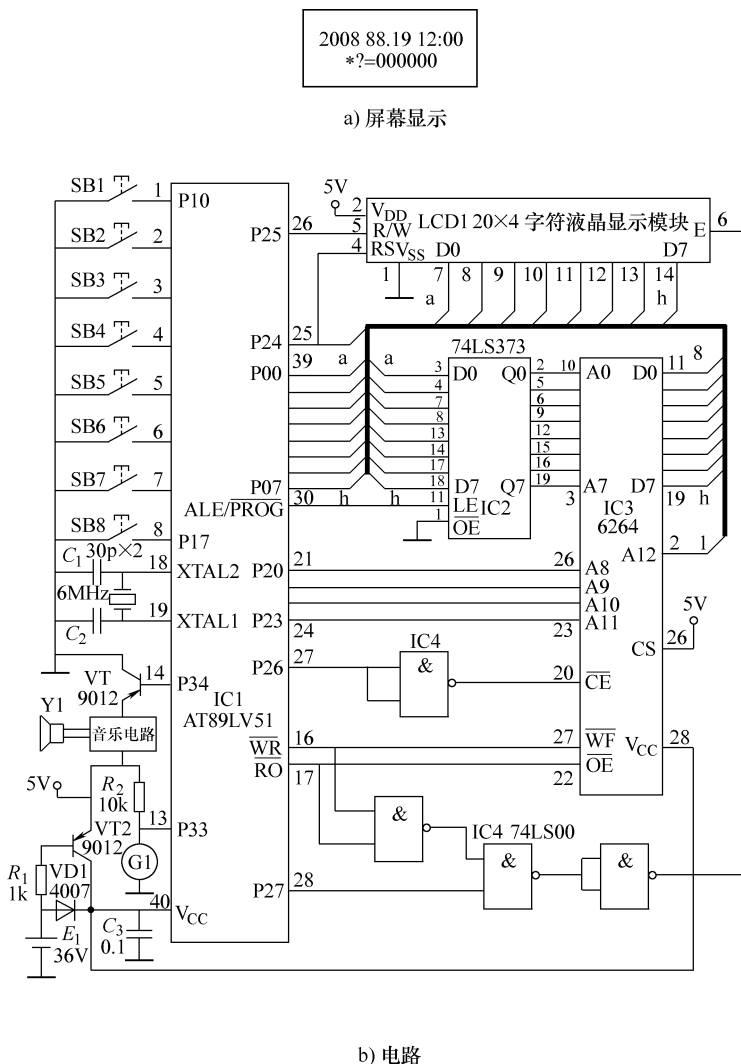


图7-52 班产量统计电路

想保存,可不按任何键。在 10s 后会自动返回原显示状态。不保存数据;如果确实要保存数据,按一下 SB7,该组工作的起始时间、终止时间、组别、产量便被存入 IC3 6264 中。每次储存前,单片机都要查询一下存储器是否被写满。在仅仅能够存储最后 3 次数据时,P34 变为低电平,接通音乐电路发出报警,提示赶快抄写数据,否则,当存储器用完后。最早存储的数据将被覆盖。报警时,按一下 SB2 可停止报警,其他功能不受影响。存储后,屏显上的组别重新变为“?”,产量变为“000000”,为其他班组工作做好准备。SB3 是时间校准键。按一下 SB3,屏幕上“分钟”闪烁,这时按 SB4 键,可改变分钟的数值,再按一下 SB3,“时”闪烁,按 SB4 可进行校时。用同样的方法校好年、月、日,再按一下 SB3,可退出校准。SB5、SB6 是查询键。需要查询产量时,按 SB5,每个班组工作的情况便会出现在屏幕上,一屏显示两个班次。连续按 SB5,可从前往后查询。当后面没有有效数据时,屏幕显示“—End—”。按 SB6,可从后往前查询,按一下 SB2,可退出查询状态。SB8 是清除键。需要清除当前保存的数据时,按一下 SB8,屏幕显示“Clear no!",这时可按 SB4 和 SB8 进行清除操作,方法与保存数据相同。图 7-52 中的 E1 是备用电池。

46. 电磁铁控制电路

固态继电器(SSR)是由晶体管、光耦合器、晶闸管等电子元器件所组成的器件。它能取代电磁继电器,驱动电磁铁、白炽灯、单相和三相交流感应电动机等。

固态继电器(SSR)与电磁继电器(MER)相比,具有以下优点:低噪声;SSR 关断和导通时,电流小、干扰小;没有电磁继电器容易产生的火花和低频噪声。

灵敏度高:MER 需较大推动功率,吸动电压和释放电压差较大。容易产生误动作。SSR 灵敏度很高,一般在几十毫瓦仍可工作。由于低电平、微功率,很容易和集成电路相连接。

工作效率高:SSR 由于没有机械工作部分,工作频率可达每秒几百次。

用 SSR 控制驱动交流电磁铁原理如图 7-53 所示。闭合开关 SW1,220V 交流经变压器 T 变压为交流 30V,由 QL 全波整流;电容 C_1 、 C_2 滤波、集成电路 IC7824 稳压,输出 +24V 供给电磁铁控制电路,电源指示灯 LED1 (红)点亮。此电路用于炼铁厂、铸造厂化铁用的上料电磁吊(一次可以吊起 0.5t 生铁),移动电动葫芦将电磁吊移至原料(铁)位置,下降至生铁堆。闭合开关 SW2,固态继电器 SSR1 端获正电源而导通,SSR 输出端③和④脚导通,电磁铁 DT 通电吸铁,电动葫芦吊起电磁铁。

所吸铁原料送至熔铁炉,断开开关 SW2,生铁落入熔炉内,工作时信号灯 LED2 (绿)指示。并有警铃 DL 声响,指示人们注意安全。

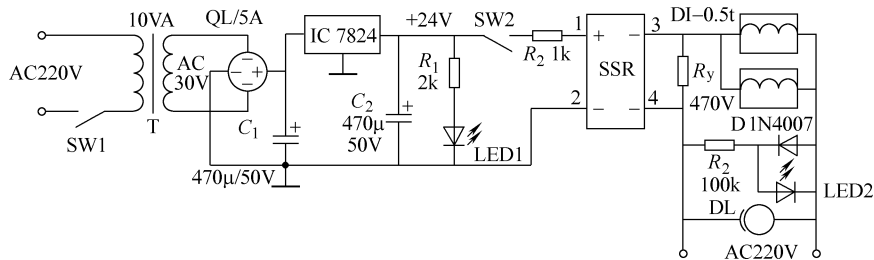


图 7-53 电磁铁控制电路

47. 汽车车窗控制电路

汽车车窗控制电路,如图 7-54 所示。采用两个半桥智能功率驱动芯片 BTS 7960B 组合成一个全桥驱动器,驱动直流电动机转动,使车窗上升或下降。BTS7960B 是应用于电动机驱动的大电流半桥集成芯片,它带有一个 P 沟道的高边 MOSFET、一个 N 沟道的低边 MOSFET 和一个驱动 IC。P 沟道高边开关省去了电荷泵的需求,因而减少了电磁干扰(EMI)。集成的驱动 IC 具有逻辑电平输入、电流诊断、斜率调节、死区时间产生和超温、过压、欠压、过流及短路保护的功能。

BTS7960B 的通态电阻典型值为 $16\text{m}\Omega$,驱动电流可达 4.3A,因此即使在寒冷的冬天,仍能保证车窗的安全启动。调节 SR 引脚外接电阻的大小可以调节 MOS 管导通和关断时间,具有防电磁干扰功能。IS 引脚是电流检测输出引脚。INH 引脚为使能引脚,IN 引脚用于确定哪个 MOSFET 导通。当 $\text{IN}=1$ 且 $\text{INH}=$

1 时。高边 MOSFET 导通，输出高电平，当 $IN=0$ ，且 $INH=1$ 时，低边 MOSFET 导通，输出低电平，16 位微控器 XC164CS 控制。BTS7960B 的开关动作，同时对系统状态进行定时监控。接收合适的故障反馈信号，并通过车载网络（CAN 总线）实现与中央车身控制器的故障信息和按键控制信息的交换，从而及时在用户界面上显示故障内容，并对电动车窗进行实时控制；为了避免车窗电动机启动瞬间出现电流尖峰。通过对下桥臂开关管进行频率为 20kHz 的脉宽调制（PWM）信号控制，实现软启动功能。

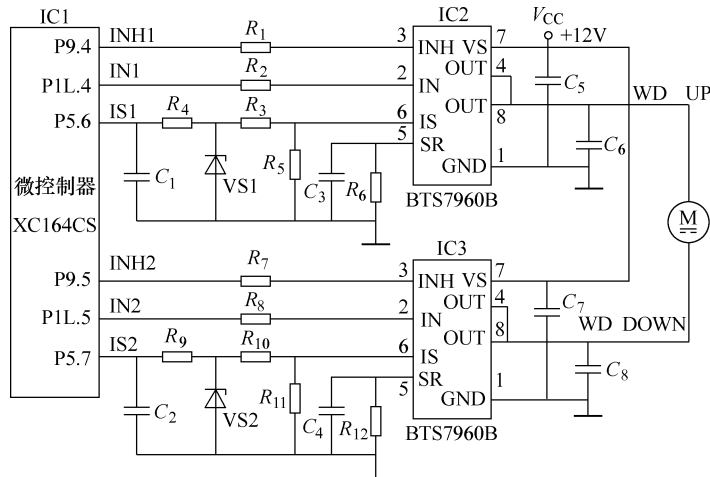


图 7-54 汽车车窗控制电路

48. 染纱机自动控制电路

某纺织厂为了实现染纱自动化，采用电子电路来控制染纱机的正转、反转或中间停顿。图 7-55a、b 就是染纱机自动控制电路，其中 VT1、VT2 组成自激多谐振荡器电路，VT3、VT4 组成单稳态电路，K1、K2 为 121 型高灵敏继电器（内阻为 2kΩ），KM1、KM2 为交流接触器，其工作原理如下。

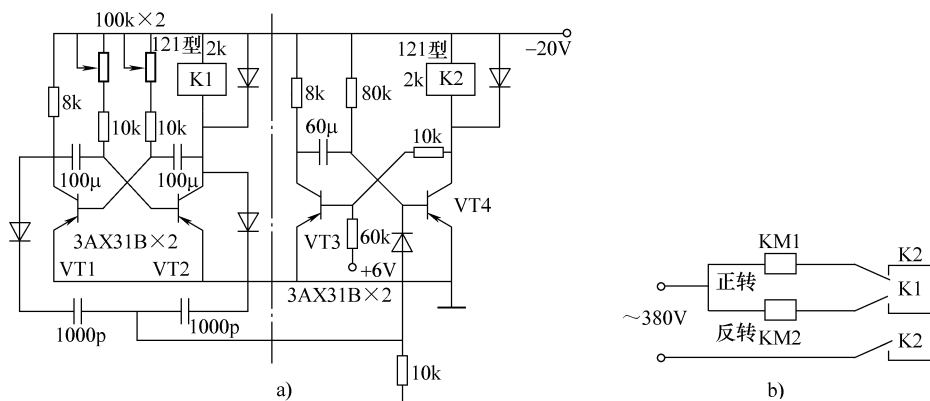


图 7-55 染纱机自动控制电路

如图 7-56 所示为电路中各点的波形图。

- 1) 假定在 $t_0 \sim t_1$ 时间内，VT1 导通，VT2 截止，K1 断电，其常开触点闭合，常闭触点断开。平时单稳态电路的 VT4 是导通的，K2 通电，其常开触点闭合。所以 KM1 通电，电动机正转。
- 2) 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，自激多谐振荡器翻转，VT2 导通，K1 通电，同时给出一个正脉冲，触发单稳，使其翻转，VT4 截止，K2 断电，其常开触点断开，这时 KM1、KM2 都断电，电动机停止。
- 3) 经过一定时间后，在 t_2 时刻，单稳态电路自动翻转，VT4 导通，K2 通电，常开触点闭合，此时 VT2 仍导通，故 K1 仍通电，KM2 接通，电动机反转。
- 4) 至 t_3 时刻，自激多谐振荡器转换，VT2 截止，K1 断电，VT1 导通，给出一个正脉冲触发单稳，使其翻转，K2 断

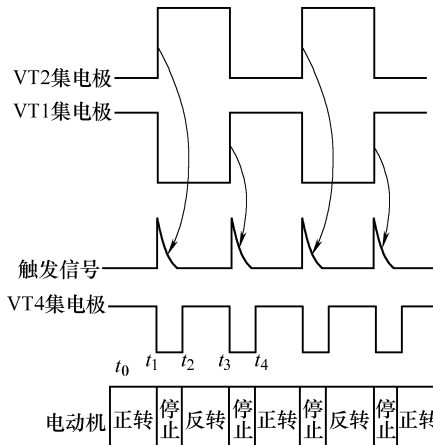


图 7-56 电路中各点的波形图

电, 于是 KM1、KM2 都断电, 在 $t_3 \sim t_4$ 期间内电动机停止。

5) 到 t_4 时刻, 单稳态电路翻转, K2 接通, KM1 通电, 电动机又开始正转。

49. 汽车集成电路调节器电路

集成电路调节器适用于 14V、350~500W 外搭铁式硅整流发电机 (如配 JFZ132N、JFZ132A、JFZ13E 发电机用在东风 E01090 汽车上)。这种调节器内部电路如图 7-57 所示。调节电路工作原理如下:

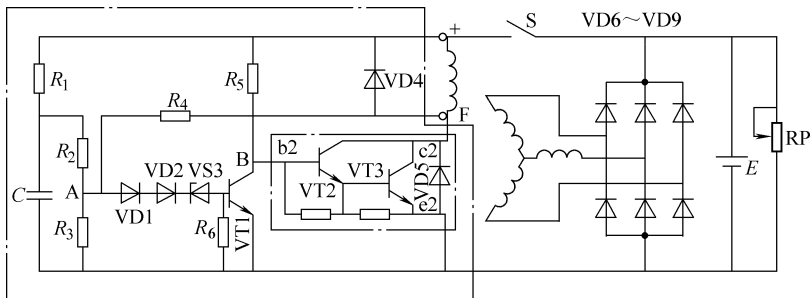


图 7-57 汽车集成电路调节器电路

1) 接通点火开关 S 后, 蓄电池电压加在由电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 组成的分压器上。此时, A 点电位低于稳压管 VDS 的反向击穿电压。因此 VS3 不导通, 晶体管 VT1 无基极电流而处于截止状态。蓄电池通过 R_5 向 VT2 提供基极电流, 使 VT2、VS3 导通。电流从蓄电池“+”极开始, 依次经过点火开关 S、磁场绕组、VS3 (c、e 极)、搭铁、回到蓄电池“—”极, 构成回路。发电机有磁场电流, 开始发电并随转速升高, 电压也相应升高。

2) 当发电机电压超过规定值 (14 ± 0.2) V, A 点电压高于稳压管 VS3 的反向击穿电压时, VS3 导通从而使 VT1 导通。VT1 导通时, 其集电极电压降低使 VT2、VT3 截止, 切断了发电机磁场电路, 使发电机输出电压下降。

3) 发电机电压低于规定值时, VS3 又截止, VT1 截止, 从而 VT2、VT3 导通, 励磁电流又被接通, 发电机电压又重新升高。如此反复, 使发电机电压稳定在规定值范围内。

50. 解放牌 CA1092 汽车无触点电子点火电路

CA1092 型汽车无触点电子点火电路由 WFD663 型磁感应分电器、6TS2017 型电子点火组件、JDQ172 型无触点点火线圈和火花塞组成。

6TS2017 型点火电子组件内部电路以及他与分电路、电火线圈之间的连接关系, 如图 7-58 所示。

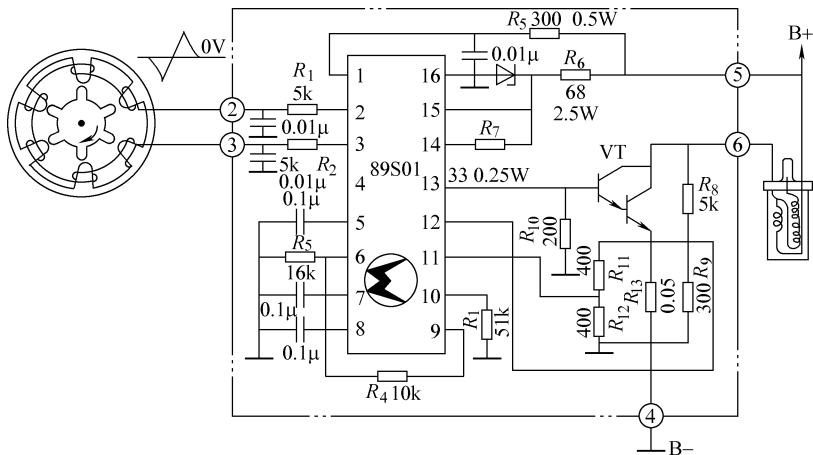


图 7-58 解放牌 CA1092 汽车无触点电子点火电路

点火信号发生器输出的点火信号加在电子点火组件的②、③两端上。当点火信号电压下降至某一值(—100mV)时,达林顿晶体管 VT 导通,点火线圈一次侧绕组有电流流过;点火信号电压上升到某值(—100mV)以上时,VT 截止,一次侧绕组电流被切断,在点火线圈的二次侧绕组中便产生高电压,经配电器、高压线送至火花塞跳火。

这种集成电路式的点火电子组件使用更为方便,人们只需关心其输入与输出端的接线,而不必顾及其内部的维修问题。6TS2017 型电子点火组件除了上述功能之外,还具有许多附加功能。它们是限流和闭合角控制功能、失速慢断电功能、低速推迟点火功能和超压保护功能。

51. 纸张张力控制电路

在系统结构图中,CZ1 和 CZ2 是两台磁粉制动器,比例放大、比例积分及功率放大等控制电路都安装在控制仪内的电路板上。比例放大与比例积分电路,应用了四只 F004G 集成运算放大器,功率放大级是以大功率晶体管组成。磁粉制动器仍用两台交替工作,但其结构采用自然冷却方式,不需水冷设备,故体积小、重量轻、便于维修。

电路工作原理如下。

给定、比例放大、比例积分与功率放大电路如图 7-59 所示。图中,RPt 为给定电位器,集成运算放大器 N1 与 N2 (F004C) 分别为比例放大级和比例积分级,晶体管 VT1 (3DG12B) 与 VT2 (3DD15C) 组成功率放大级。张力预选时,开关 S2 置“手动”位,调节 RP1 可将 0~12V 直流电压经电阻 R_s 输入晶体管 VT1 的基极,给定电压升高、VT1 饱和加深。VT1 导通后使 VT2 基极电位上升,于是 VT2 也导通,24V 直流电压经开关 S3 加于磁粉制动器 CZ1 (或 CZ2) 线圈两端。控制给定电压的大小,使 VT2 集电极电流 I_{c2} 变化,即控制了制动器电流,从而可获得不同的制动力矩。当 VT2 由导通转变为截止时,线圈 CZ1 或 CZ2 会产生反电势冲击 VT2,因此在 CZ1、CZ2 上并联有起续流作用的二极管 VD2,为反电势提供通路,从而对 VT2 起到保护作用。

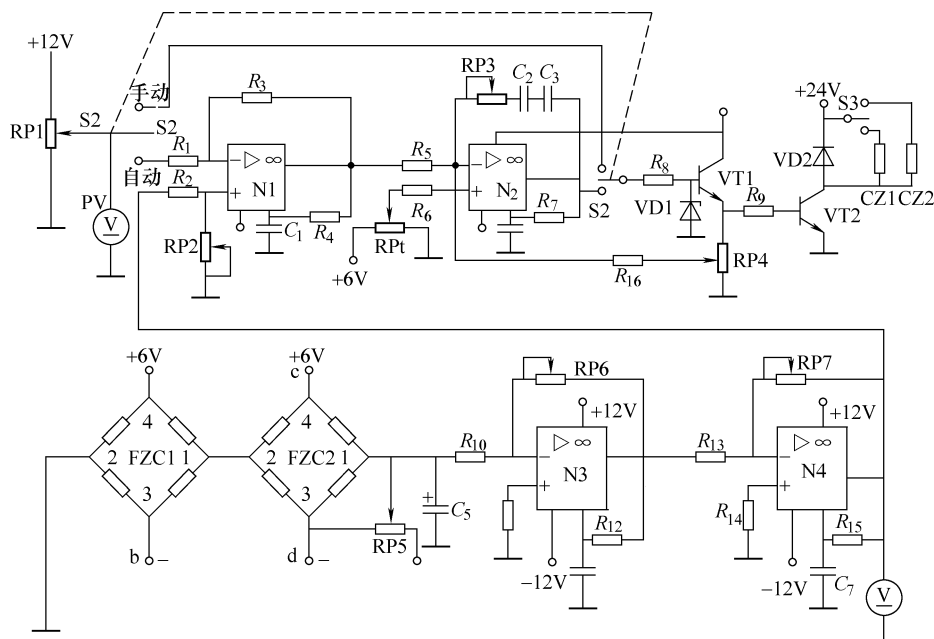


图 7-59 纸张张力控制电路

正常印刷时,开关 S2 置“自动”位,由 RP1 取出的给定信号,经电阻 R_1 送入 N1 的反相输入端。经 N1 比例放大,其输出经 R_5 送入 N2 反相输入端,经 N2 的比例放大与比例积分,输出的正极性电压信号经 S2、 R_s 送入功率放大级。

负重传感器与比例放大电路。该系统张力信号的检测反馈采用了两只负重传感器 FZC1 和 FZC2,其型

号均为 GH 型负重传感器, 量程为 30kg。它们采用应变梁(筒)及粘贴在梁(筒)上的半导体应变片, 组成电换能器件, 可用来测量各种载荷力。

将 BY-P 四片半导体应变片连接成桥路, E 为桥路电源, RP 为 10k Ω 多圈调零电位器, R_0 为温度补偿电阻, 虚线部分为传感器内部接线。两只这样的传感器分别安装在纸带左右两侧。纸带张力变化时, 使应变梁(筒)受力变形, 半导体应变片的阻值随之发生变化, 电桥失去平衡, 则输出与张力变化成正比的电信号 ΔV 。

张力系统的负重传感器中, ③、④端接 6V 直流电源, ①、②端为输出端, 两只负重传感器接成串联形式。当张力发生变化时, 负重传感器有电信号输出。此信号经电阻 R_{10} 输入到 N3 (F004C) 的反相输入端进行比例放大, 而后又经 N4 (E004C)。进行比例放大, 其输出作为反馈信号输入 N1 的同相输入端。反馈电压信号的大小可在电压表 PV2 上反映出来。经定电压与反馈信号在 N1 综合后进行比例放大, 其输出再经 N2 作比例积分, 然后送至功放级。电位器 RP5 作为调零使用。印刷中, 系统处于“自动”位, 即闭环控制状态, 能对印刷中的张力进行自动跟踪调节, 以保证张力恒定。

52. 印刷厂单色胶印机电路

(1) 运转控制电路 如图 7-60 所示。运转控制电路主要由按钮开关 SB21, 接触器 KM1 组成, 接触器 KM1 的主触头直接控制主电动机 M1 的运转。主电动机 M1 作为滑差电动机的原动机, 可通过转差离合器去拖动主动机运转。

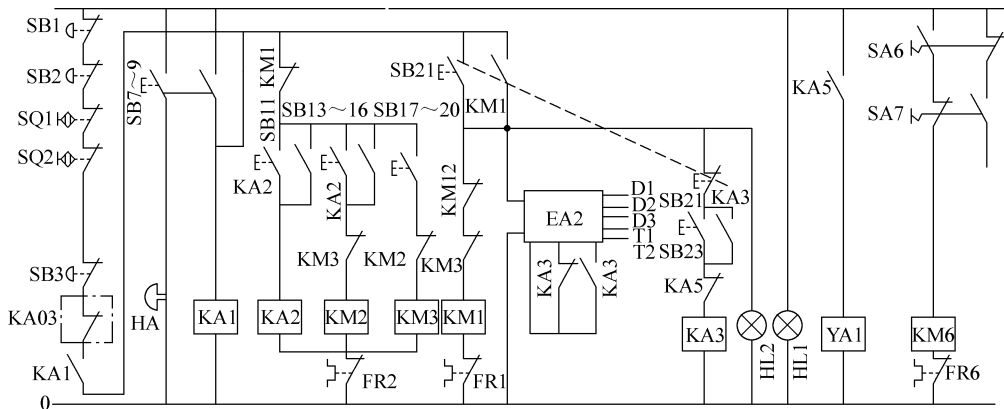


图 7-60 印刷厂单色胶印机电路

其控制原理是, 当按下 SB21 时, 接触器 KM1 获电吸合并自锁, 使主电动机 M1 起动, 运转指示灯 HL2 亮。同时, KM 常开触点闭合, 接通转差离合器速度负反馈闭环控制系统 EA2 的电源, 进行速度控制, 交流接触器 KM1 触点将产生以下作用。

1) KM1 常开闭合, 使调速装置接通电源。由于 KA3 (定速) 呈释放状态, 故调速系统使主机处于定速前的低速运转。

2) KM1 常开闭合, 接通了 KA3 电路的一处, 为启动定速做好准备。

3) KM1 常开闭合将印刷控制电路与电源接通, 为实现印刷控制做好准备。

4) KM, 常闭触点断开, 切断 M2 (低速电动机) 的控制电源, 实现与慢车电气互锁。

当按下按钮 SB21 时, SB21 的机械联锁常闭开关断开, 切断继电器 KA3 线圈电路, 可实现机器从定速向低速运转切换。

(2) 慢车控制电路 慢车是由低速电动机 M2 拖动的。机器以慢车方式运转, 以便于印版装校、滚筒擦洗、滚筒试转、印刷压力调试等印刷准备工作的进行。

慢车控制电路中分点动和长车两种形式, 慢车中的点动是通过操作按钮 SB13~SB16 和 SB17~SB20 实现的。SB13~SB16 控制正向点动, SB17~SB20 是控制反向点动 (倒车)。松开上述按钮开关, KM2 或 KM3 失电, M2 即停止运转。慢车中的长车, 则通过操作按钮开关 SB11 来实现。当按下 SB11 继电器 KA2 得电吸合并自锁, 交流接触器 KM2 通电吸合, 于是 M2 以 3.5r/min 速度运行, 另外 KA2 常开闭合还接通合压控制电源, 为低速试印做好准备。同时 KM2 常开闭合, 接通电磁离合器 YA1 线圈电路, 使 M2 与主

电动机传动轴连接起来。KM1、KM2、KM3 常闭触点均起电气互锁作用，保证低速电动机 M2 和主电动机 M1 不能同时运转。

53. 印刷机双张纸控制电路

电路如图 7-61 所示。

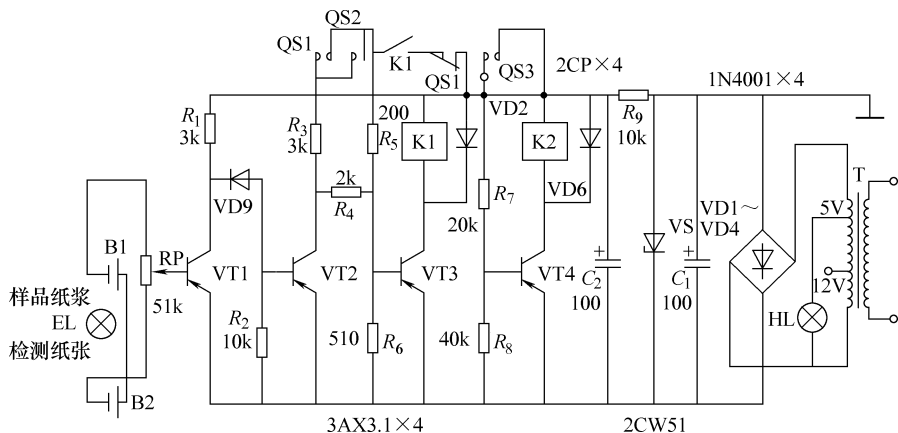


图 7-61 印刷机双张纸控制电路

(1) 电源电路 12V 直流稳压电源由变压器 T 变压，桥式整流器 VD1~VD4 整流，电容 C₁、C₂ 与 R₉ 构成 π 形滤波，VS 稳压 12V。电源正极为 0V，负极为 -12V 与机壳（地线）接在一起，HL 为电源指示灯。

(2) 电路原理 晶体管 VT1~VT3 及偏置电阻组成三极直接耦合放大器，继电器 KA1 作信号输出，EL 为光源灯泡，在其上下各安装着两只硅光电池 B1 与 B2。在光源 EL 与 B1 间预先放置一张样品纸张，其厚度应与印刷用纸相同。另一硅光电池 B2 装在输纸板下方，此时通过输纸板移动的纸张就是待检测纸张。电路中 B1 与电位器 RP 组成一检测电桥。当输纸正常时（无双张时），B1 与 B2 产生的电压相等，但极性相反。这时电位器 RP 的滑动端和直流电源地线之间的电压为 0V（如不为 0，可调节 RP 使之 0）。即 VT1 的 U_{b1} 为零，则 VT1 截止，VT2 导通，VT3 截止，继电器 K1 失电释放。当输纸出现双张时，B2 产生的光电势减少，而 B1 上光电势保持不变，则 RP 上滑动端与地之间产生一电压，使 VT1 的基极电位 U_{b1} 为负，U_{b1} 为正偏压，使 VT1 导通。电路变化的箭头方程为 I_{c1} ↑ → U_{c1} ↑ → U_{b2} ↑ → VT2 截止 → U_{c2} ↓ → U_{b3} → VT3 导通 → I_{c3} → K1 吸合。K1 吸合使机器产生电压与“上楼”动作。同时 K1 的常开触点和 SQ1 使 VT3 维持导通信号，待控制作用完成后 SQ1 受触压断开，VT3 截止，K1 释放。

(3) 调试过程 为保证检测电路的正常工作，在更换纸张之前，应作如下调试：首先应使光电头上固定纸样与印刷所用纸张相同。然后将一张纸放于输纸板上，使之处于 EL 与 B2 之间，此时继电器 K1 应释放，否则需调节 RP，直到 K1 释放为止。再将第二张纸放在第一张纸上（即为双张），此时 K1 应有吸合动作，若不吸合，则需通过调整电位器 RP，使 K1 实现吸合，此时，电路调整完毕。

54. 自动切纸机电路

图 7-62 是由光敏晶体管构成的印刷切纸机保护电路，可防止人工送纸误踩切纸开关而造成工伤事故。该线路在人工送纸时，可控制切纸机自动停机。

继电器有一组常开触点 K 串接在切纸机下刀操作控制线圈的供电回路中，只有当该常开触点 K 闭合后，切纸机才会下刀切纸。

K 继电器线圈串接在 VT2 的集电极回路中，受 VT2 状态的控制，VT2 又受 VT1 的控制，VT1 则受 VT3 光敏晶体管的控制，VT3 受光控制。在切纸机的一边装有灯泡并向另一边照射，VT3 装在另一边用于接收灯泡照射的光线。

工作原理：VT1 和 VT2 可组成射级耦合双稳态触发器。当工人用手放纸时，手就会遮住灯泡照射来的光线，使 VT3 光敏晶体管呈高阻值，进而就会使 VT1 导通、VT2 截止，继电器 KA 线圈断电释放，其

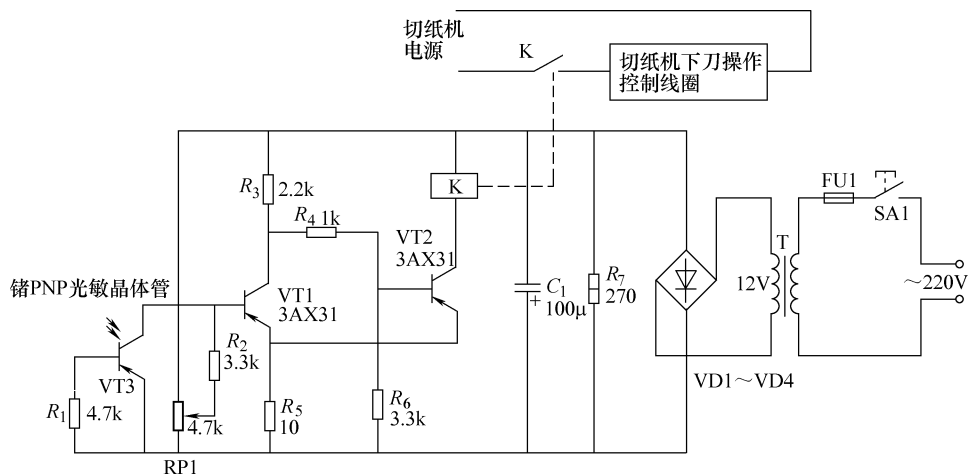


图 7-62 造纸厂自动切纸机电路

常开触点 KA1 复位断开，从而切纸机下刀操作控制线圈电流通路被切断，达到预防切纸机工人用手放入切纸时发生事故。

55. 骑马联动订书机电路

骑马联动订书机，是印后装订加工各种书籍、期刊、杂志的高速、自动化联动生产线，其订书机头在装订加工过程中起着主要作用。订书机头是通过送料、切料、成型、订书、托平等 5 个主要组成部分完成订书全过程。由于订书机头各部位结构复杂，定位精密准确等优点。订书速度快、质量好，避免了过去各道工序间的堆积劳动，是目前我国应用较多的装订机械。

订书机的工作过程是将折页完成后的书帖，由搭页机组自动输送于集书链上，通过集书链的传送，并经检查装置进行质量检测后，将书帖送至订书机，订书机按照质量检测装置给予的指令信号；对不合格的书帖，由废书剔除机构传送至废书储存斗，不需要停机；订书机只对合格书帖进行装订，并输送到三面切书机，经稳本装置后进入前口刀裁切前口，再进入二侧刀裁切天头、地脚，如果是双联本，还可裁切中缝；最后通过光电计数送入收书斗。当收书斗内集书达到预定份数时，自动交替使用另一个收书斗，完成全部装订过程。本机配帖、订书、裁切三个工序连续自动进行，一次完成。

整部机器电气控制系统由主传动部分、测书自动控制装置、三面刀切书机出书计数器三个部分组成，现分别说明如下。

(1) 主传动部分 订书机的主电动机是电磁调速异步电动机，可进行无级调速，主控电路中变压器“T”二次侧的 U1 和 U2 为调速系统的电源。

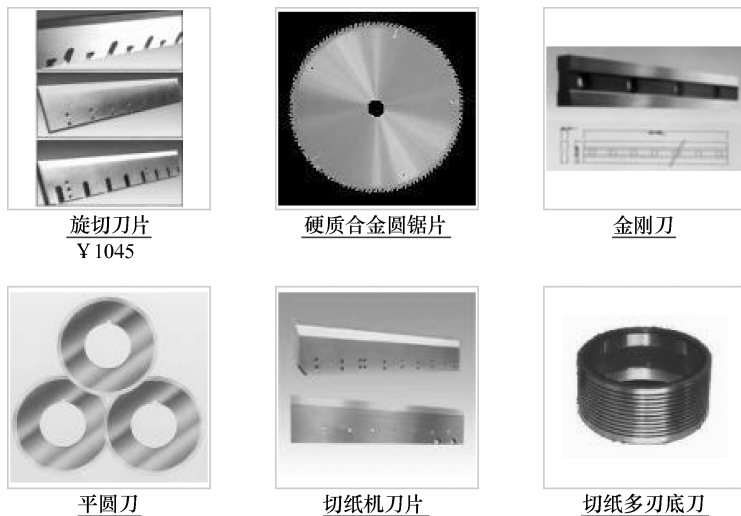
订书机刀片如图 7-63a 所示，机器的主电路如图 7-63b 所示。M1 是滑差电动机，M2 和 M3 为笼型电动机，QK 为电源开关，FU1、FU2 和 FU3 分别是三台电动机的熔断器，FR1、FR2 和 FR3 为电动机过载保护用的热继电器。1KM1、3KM1 和 4KM1 是电动机的接触器控制开关。

机器的主机控制电路如图 7-63c 所示，图中 TC 为控制变压器，其容量为 400W，一次电压：380V，二次电压分别为：170~220V、30~100V、100~110V 以及 6.3~20V。VD 为 24V 桥式整流器，用于制动离合器 YB 和传动离合器 YC 的电源；整流元件是 2CZ 型硅二极管，额定电流为 5A，最高反向工作电压为 100V。R₁ 为稳压用的分流负载电阻，电容 C 和 R₂ 串联，组成常开触头 2KM1 的灭弧电路。HL1~HL8 为相应按钮的指示灯，电压为 6.3V。

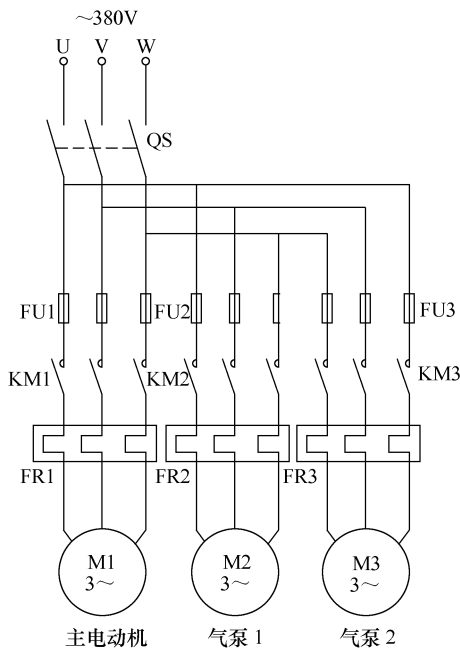
(2) 主控电路 在主机控制电路中，KM1 是主电动机 M1 的控制接触器。按下按钮 SB2，接触器 KM1 通电并自锁，其主触头 KM1 使电动机 M1 转动，但是，由于传动离合器没有合上，机器并不运转。如果要使机器点动，只要按下“点动”按钮 SB4，接触器 KM2 通电，其常开触头 KM2 就接通传动离合器 YC，机器就以短车转动。SB5 也是点动按钮，其作用与 SB4 相同，安装在其他控制部位。

SB6 为运行控制按钮，按下这个按钮，继电器 K1 通电，触头 K1 闭合并自锁，它的常开触头 K1 接通

KM2 使机器运转。在接触器 KM2 的电路中, 常开触头 K2 串联着另一个触头 K1, 它是坏书检测控制部分电源失压联锁继电器 K2 的触头。当测书自动控制电路的 +12V 电源或 -6V 电源失压时, 触头 K2 就断开, 机器就不能正常运转, 因为电源失压时, 不能检测坏书, 这就防止了坏书进入成品。如果只停止装订而不停止主电动机, 只要按下停车按钮 SB3, 接触器 KM2 断电, 它的主触头 KM2 就断开离合器, 机器停止运转。与停车按钮 SB3 串联着 16 个微动开关 SB1~SB16, 其中 SB1~SB8 分别为每台搭页机的轧页停车开关, 当页层过厚时, 帖本就会推动杠杆使开关之一断开, 从而使全机停车。SB9 为长车手动停锁开关, 维修调整时停锁用; 它断开时控制台上启动按钮就不能开动机器, 保证了维修操作的安全。SB10~SB13 分别为长车各个部位的轧书开关, SB14~SB16 分别为三面刀各个部位上的轧书停车开关。骑马联动订书机刀片如图 7-63a 所示。



a) 骑马联动订书机刀片



b) 主电路

图 7-63 订书机电路

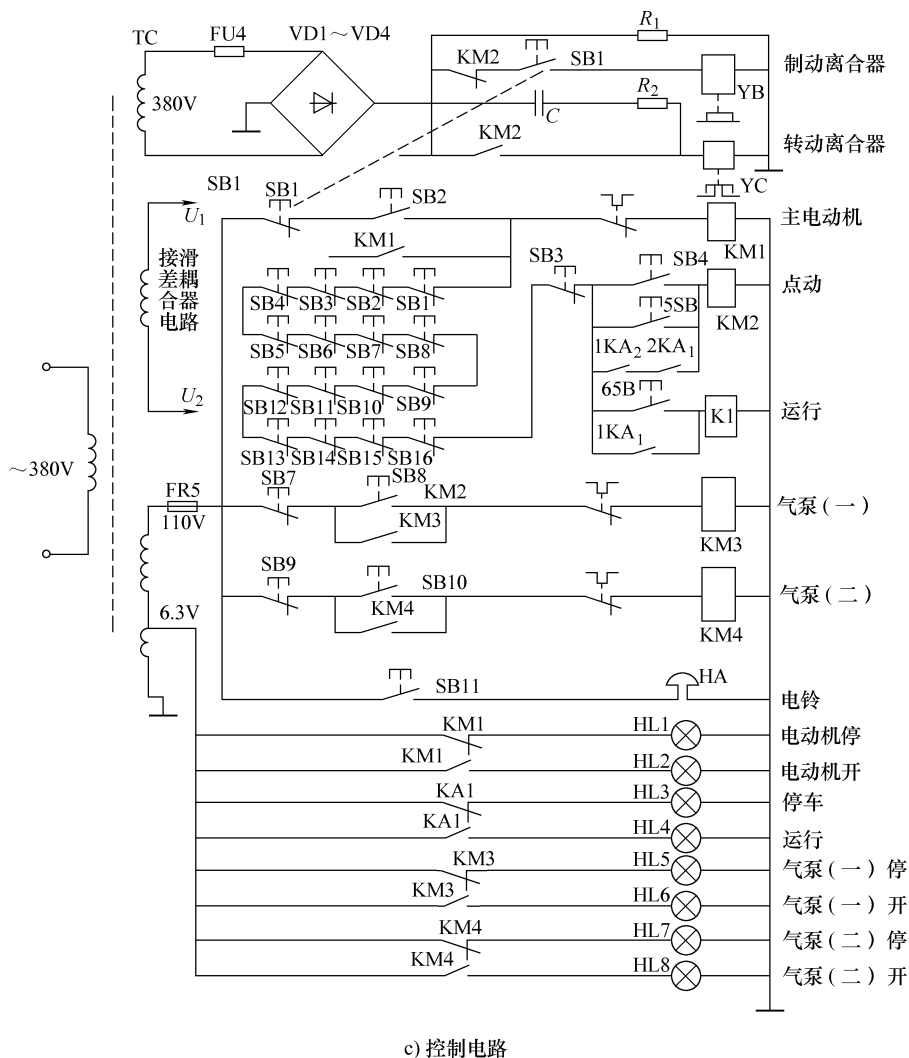


图 7-63 订书机电路 (续)

按钮 SB1 是主电动机停车开关和紧急停车之用。当按下这个按钮时, 按钮的常闭触点就断开主控制电路, 即接触器 KM1、KM2 均断电; 在此同时, 其常开触点就接通制动离合器电磁铁 YB (因这时常闭触头 KM2 已闭合), 全机实现紧急停车。在正常停车时 (SB3 为停止按钮), 制动离合器不吸合, 这样可减少停车对机器的机械冲击。

KM3 和 KM4 为气泵电动机的控制接触器, SB8 和 SB10 为它们的启动按钮, SB7 和 SB9 则是停车按钮, 两者均是长车接触控制。

按钮 SB11 为电铃按钮, 开车前必须先响铃, 以保证操作安全。按钮按下, 电铃发声, 放开按钮, 电铃声停。由于未安装响铃联锁装置, 故操作时必须按规程操作。

56. 坏书不装订电路

在装订书的过程中,出现坏书时,由检测部位传来的信号,使控制机头电磁阀线路闭合,挡锁被吸起来,订书机头不予装订;书帖继续往前,到输出装置,拦书爪在电磁阀的作用下拦住书帖,迫使坏帖朝上进入坏书斗。

在如图 7-64 所示的坏书不装订电路中, YV1 为控制机头对坏书不订的执行电磁阀, 在无坏书信号的正常情况下, 双稳态触发器的左管 VT1 截止, 右管 VT2 导通, 此时 VT2 的集电极电压为 0V。若有坏书信

号进入触发器，这触发器翻转，其状态为左管 VT1 导通，右管 VT2 截止，VT1 的集电极电压为 +9.5V，这个信号经 VT3 作电流放大，控制 VT4 导通，使继电器 K1 吸合，电磁阀 YV1 动作，控制机头对坏书不予装订。

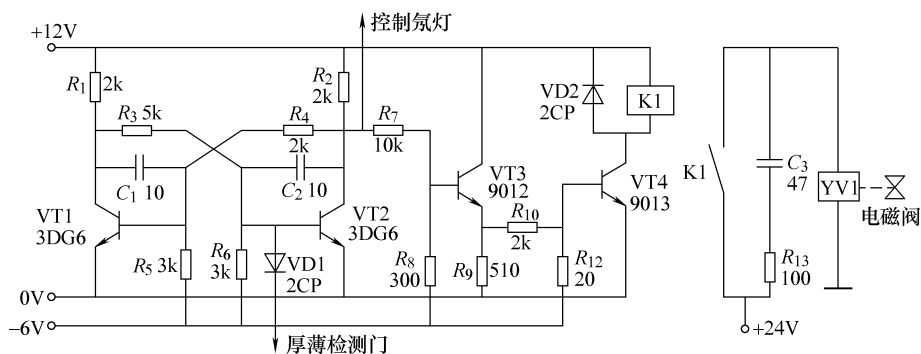


图 7-64 坏书不装订电路

57. 误踩油门紧急制动电路

汽车在行驶中，当意外情况发生时，由于司机精神紧张，错把油门当作刹车猛踏下去，用力过大，常使油门最低部的开关 S 闭合，利用猛踏油门使 K 闭合这一情况。电路如图 7-65 所示。

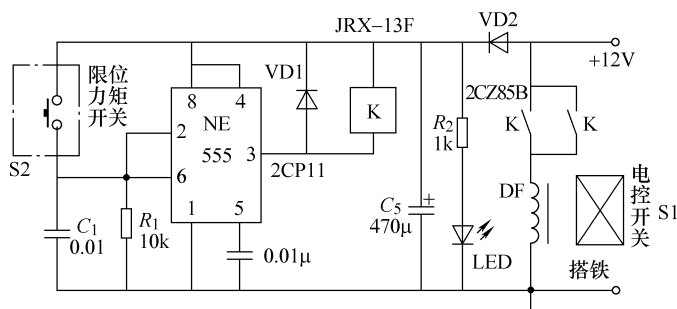


图 7-65 误踩油门紧急刹车电路

NE555 和 R_1 、 C_1 等组成一触发电路。平时 555 处于置位状态，④脚为高电平，K 不动作。其常开触点 K 处于断开状态。

当误踩油门时，K 闭合，⑥脚呈高电位，使 555 复位，K 吸合，其常开触点 K 闭合，电磁气阀 DF 得电，则高压气体通过 DF 向刹车机构供气，使汽车刹车，防止事故发生。

58. 锅炉控制电路

锅炉控制电路为了在热水加热系统中控制水的温度，常应用比较器的比较功能来控制加温设备。其控制电路如图 7-66 所示。电路中，热敏电阻 R_{12} 和 R_2 构成一个分压器，其分压值作为参考电压加在 U^- 端。热敏电阻 R_{12} 放在锅炉门的外边。 R_{12} 和 R_2 的阻值是这样选择的：当外部温度在 16°C 时， R_{12} 和 R_2 的阻值相等。电阻 R_1 和热敏电阻 R_{11} 也构成一个分压器，其分压值加在 U^+ 端。热敏电阻 R_{11} 放置在锅炉的里边， R_{11} 和 R_1 的阻值是按如下条件选择的：当锅炉的温度为 88°C 时， R_{11} 和 R_1 的阻值应相等。比较器的输出控制晶体管 VT。当锅炉的温度 $\geq 88^\circ\text{C}$ 时，比较器输出高电平，使 VT 导通，导致继电器 K 吸合，关断锅炉的加热源。

当锅炉的温度低于 14°C 时，比较器输出低电平，该低电平使晶

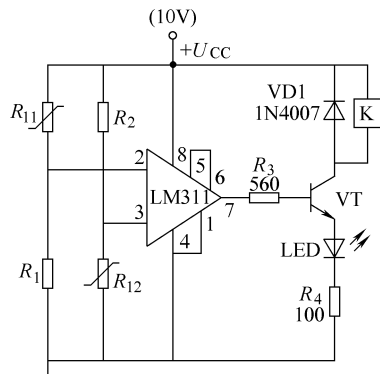


图 7-66 锅炉控制电路

体管 VT 截止, 导致继电器释放, 接通锅炉的加热源, 从而完成了锅炉温度的自动控制。电路中的发光管 LED 在关断加热源时点亮。二极管 VD1 为泄放二极管, 以防止吸合瞬间感应电压与电压 U_{CC} 叠加而击穿管子。

59. 霍尔汽车点火器电路

这种新型点火器以其耗油少、事故率低、输出功率大等优点吸引着汽车生产厂家和用户。其工作原理如图 7-67 所示, 当汽车气缸中的活塞运行到达上死点时, 分电器中有一磁场作用于霍尔电路, 输出低电平。这时, 原来流经电阻 R_1 、 R_2 的电流改变方向, 流入霍尔电路 H, 故晶体管 VT1、VT2 截止。储存于 L 中的磁能就在 L、 C_2 电路中振荡起来, 形成 200V 以上的交变电压。此电压经点火线圈升压后, 产生 15kV 的高压, 点燃气缸中的燃油。随着发动机旋转, 上述过程周而复始。

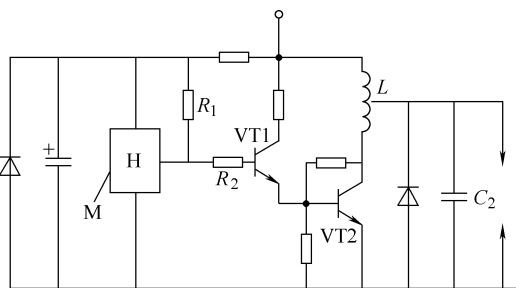


图 7-67 霍尔汽车点火器电路

60. 汽车玻璃冰雪融化电路

图 7-68 是一种用于汽车驾驶室风窗玻璃的自动化冰电路。笔者曾作为乘客亲自目睹汽车玻璃上结了很厚的冰, 不透明, 司机用铲子铲不下来, 致使公交汽车停运半天的场景。本例为了解决这个问题, 设计了此电路。当玻璃结冰或结霜时, 让冰雪自动融化, 保证驾驶员视线清楚, 避免事故发生。该电路也可用于其他需要除湿的场所。

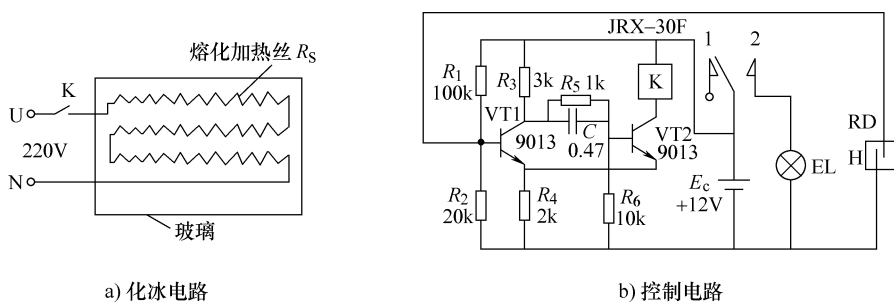


图 7-68 汽车玻璃冰雪融化电路

图中 R_s 为加热电阻丝, 将其布在结冰风窗玻璃上, 如图 7-68a 所示。H 为结冰湿敏元件, 图 7-68b 为其控制电路。晶体管 VT1、VT2 为施密特触发器, VT2 的集电极负载为继电器 K 的线圈绕组。 R_1 、 R_2 为 VT1 的基极电阻, RD 为湿敏元件 H 的等效电阻。在不结冰时, 调整各电阻值, 使 VT1 导通, VT2 截止。

一旦结冰, 湿敏元件 H 的等效电阻 RD 值下降到某一特定值, $R_2 // RD$ 减小, 使 VT1 截止, VT2 导通, VT2 集电极负载继电器 K 线圈通电, 它的常开触点 2 接通加热电源 E_c , 并且指示灯点亮, 继电器常开触点接通, 电加热丝 R_s 通电, 风窗玻璃上的冰雪被加热融化。当融化完之后, $RD // R_2$ 回到不结冰时的阻值, VT1、VT2 恢复初始状态, 指示灯熄灭, 电阻丝断电, 停止加热, 从而实现了自动化冰控制。

61. JS20 单结晶体管时间继电器电路

电路由延时环节、鉴幅器、输出电路、电源和指示灯五部分组成。

电源的稳压部分由电阻 R_1 和稳压管 VS 构成, 为延时环节供电, 输出电路中的晶闸管 VTH 和继电器 KA 则由半波整流电路直接供电。

电路的工作原理如下: 当接通电源后, 经二极管 VD1 整流、电容 C_1 滤波、并经 R_1 和 VS 的稳压后,

通过 RP_1 、 R_4 对电容 C_3 进行充电。电容 C_3 上电压按指数规律逐渐升高, 当此电压大于单结晶体管 VT 的峰点电压时, 单结晶体管导通, C_3 经 VT 的 eb1 极和 R_6 放电, 在 R_6 上输出脉冲电压, 触发晶闸管 VTH 导通使继电器 KA 吸合, KA 的触头同时将 C_3 短路, 使之迅速放电, 单结晶体管的 eb1 之间电压迅速下降, 当降到 VT 的谷点电压时, VT 关闭。同时 LED 指示灯点亮。当切断电源时, 继电器 KA 释放, 电路恢复原始状态, 等待下次动作。通过调节 RP, 可以调整延时时间。如图 7-69 所示。

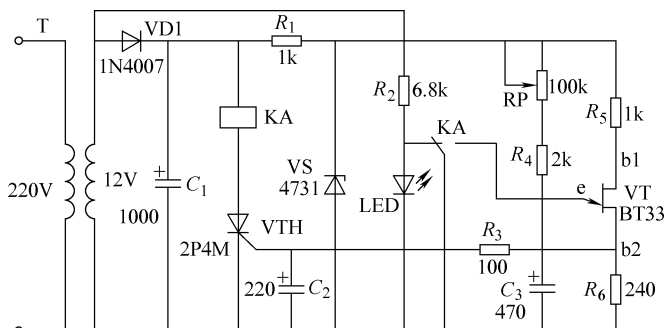


图 7-69 JS20 单结晶体管时间继电器电路

62. JSJ 型晶体管时间继电器电路

整个电路分为主电源、辅助电源、双稳态触发器及附属电路几部分。

其工作原理如下: 当电源接通时 VT1 由 R_3 、 R_2 , 继电器线圈 K 获得偏流, 处于导通状态, VT2 处于截止状态, 此时继电器线圈 K 虽有电流通过, 但电流太小, 故不动作。主电源与辅助电源电压叠加后, 通过电位器 RP、可变电阻 R_4 及 K 常闭触头对电容 C_3 充电。在充电过程中, a 点电位逐渐升高, 直到 a 点电位高于 b 点电位, 二极管 VD3 导通, 使辅助电源的正电压加到晶体管 VT1 基极上, VT1 由导通变为截止, VT2 由 R_1 获得偏流而导通, 于是继电器 K 动作, 通过触头发出相应的接通或分断控制信号。之后, 电容 C_3 通过 R_7 放电, 为下次工作做好准备。电位器 RP 用作整定延时时间。如图 7-70 所示。

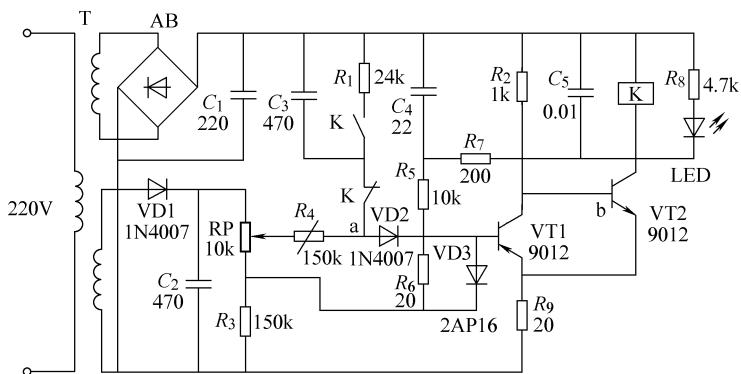


图 7-70 JSJ 型晶体管时间继电器电路

晶体管时间继电器通常在下列情况下选用:

- 1) 当电磁式、电动式或空气阻尼式时间继电器不能满足电路控制要求时;
- 2) 当控制回路要求延时精度较高时;
- 3) 控制回路相互协调需无触点输出时。

63. 时间控制电路

工业生产上常常需要进行时间控制, 某快速压合机上所用的时间控制电路, 如图 7-71 所示。

图中虚线以右为电源供给部分, RP_1 、 R_2 、 RP_2 、 R_1 、 C_1 为延时元件。电路是这样工作的, 当接通电源后, 电源就通过 RP_1 和 R_2 向电容充电, 随着电容两端电压的升高, 即基极与发射极之间电压升高, 从而基极电流增加, 故集电极电流也加大, 隔一定时间之后, 集电极电流增加到继电器的吸动电流时, 继电器吸合, 使 SB 按钮开关接通, 结果, 电容 C_1 两端被短路, 基极与发射极同电位, 此时基极电流为零, 集电极电流很小,

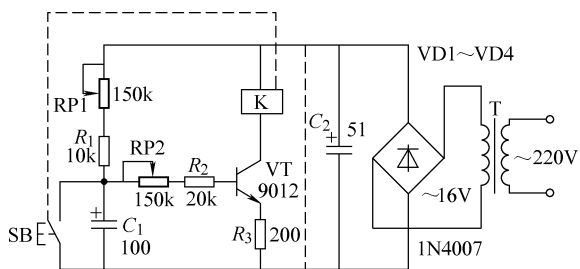


图 7-71 时间控制电路

继电器释放,从而放开 SB,电源又对 C_1 进行充电,重复开始过程。必须指出,由于另一支路上 RP_2 、 R_2 、晶体管基极-发射极电阻 r_{be} 、 R_e 的分流作用,减慢了对电容 C_1 的充电速度。

这里,时间的积累是靠电容的充电需要一定的时间,即 RC 的乘积所决定的,所以要改变控制时间的长短,只需调整 R 、 C 的大小即可,通常是固定 C 改变 R 。

电路中的 R_3 是为了使工作稳定而加的。此电路运用硅管 9012 也是为了改善温度稳定性,使电路更加可靠地工作。

64. 超声波钻孔机电路

超声波钻孔机是首饰珠宝加工业必备的加工机械,主要用于天然宝石、水晶玛瑙、翡翠及玻璃制品等高硬度材料的钻孔和雕刻。下面介绍一种超声波钻孔机电路。供从事这方面的读者参考。

(1) 电路组成 超声波钻孔机电路由电源电路、超声波振荡器电路、驱动放大电路和功率输出电路组成,如图 7-72 所示。

电源电路由电源开关 S、电源变压器 T1、双路桥式整流电路 AB1 和 AB2、电流表 A、电阻 R_8 、三端稳压集成电路 7815 和滤波电容 C_1 、 C_3 、 C_5 、 C_6 组成。

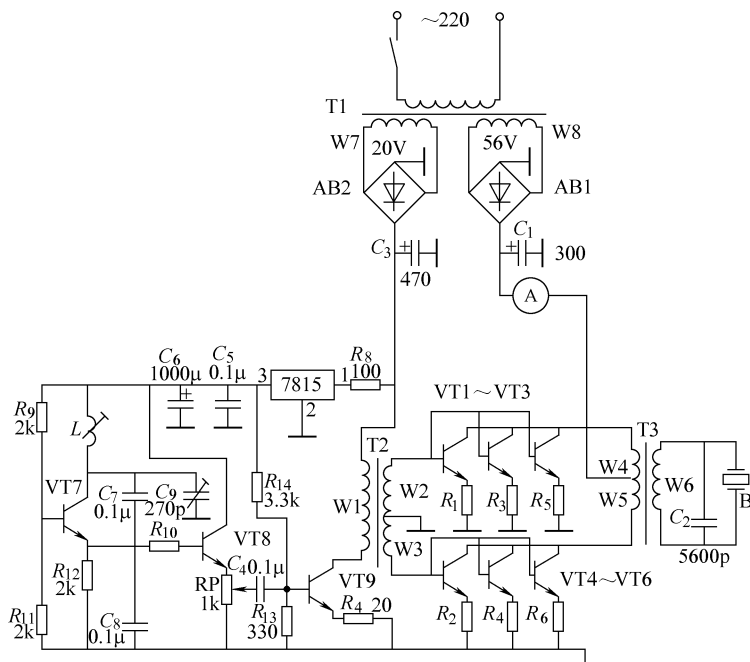


图 7-72 超声波钻孔机电路

超声波振荡器电路由电阻 R_9 、 R_{11} 、 R_{12} , 电感器 L , 电容器 $C_7 \sim C_9$ 和晶体管 VT7 组成。驱动放大电路由电容 C_4 、晶体管 VT8 与 VT9、输入变压器 T2 和电阻 R_7 、 R_{10} 、 R_{13} 、 R_{14} 组成。

功率输出电路由输入变压器 T2 的绕组 W2 与 W3, 功率放大管 VT1、VT6, 电阻 R_1 、 R_6 , 输出变压器 T3, 电容 C_2 和超声波换能器 B 组成。

(2) 工作原理分析 接通电源开关 S, 交流 220V 电压经 T1 降压后, 在 T1 的绕组 W7 和 W8 上分别产生交流 20V 电压和交流 56V 电压。交流 20V 电压经 AB2 整流、 C_3 滤波后, 一路经 W1 绕组加至 VT9 的集电极上, 为驱动放大电路提供近 24V 直流电压; 另一路经 7815 稳压为 +15V, 作为超声波振荡器的工作电源。

交流 56V 电压经 AB1 整流及 C_1 滤波后, 经电流表 PA 为功率输出电路提供 60V 左右的直流工作电压。

超声波振荡器通电后振荡工作, 产生的超声波振荡信号经 VT8、VT9 放大后, 耦合至功率输出电路, 经 VT1~VT6 功率放大后, 再通过 T3 驱动换能器, 将超声波电能转换为机械振动能, 振动头在磨粉(一般为金刚砂)和水的配合下反复振动, 对被加工件的加工部位进行磨削, 形成磨孔或雕刻图案。

调节 L 的电感量或 C_9 的电容量, 可改变超声波振荡器的频率。

调节 RP 的阻值, 可改变输出功率的大小 (可通过 PA 来监视输出功率)。

(3) 元器件选择 $R_1 \sim R_6$ 选用 1W 的金属膜电阻; $R_7 \sim R_{13}$ 均选用 1/4W 的金属膜电阻。 RP 选用多圈精密电位器。

L 使用黑白电视机行振荡线圈。

C_1 选用耐压值为 100V 的铝电解电容; C_2 选用高频瓷介电容; C_3 选用耐压值为 50V 的铝电解电容; C_4 、 C_5 、 C_7 和 C_8 均选用独石电容; C_6 选用耐压值为 25V 的铝电解电容; C_9 选用瓷介微调电容。

$AB1$ 和 $AB2$ 均选用集成电路整流块或选用 6A、100V 硅整流二极管及 1N4007 型硅整流二极管组成桥路。

$VT1 \sim VT6$ 选用 2SD1403 或 BU508 型高频大功率硅 NPN 晶体管; $VT7$ 和 $VT8$ 均选用 3DA87 型硅 NPN 晶体管; $VT9$ 选用 BU407 型硅 NPN 晶体管。

三端稳压集成电路选用 LM7815。

PA 选用 0~5A 的电流表。

$T1$ 选用 50W 的电源变压器; 它使用 E 形磁芯和 $\phi 0.33\text{mm}$ 高强度漆包线绕制, $W1$ 绕 250 匝, $W2$ 和 $W3$ 各绕 25 匝; $T3$ 使用小型磁罐和高强度漆包线制作, $W4$ 和 $W5$ 用 $\phi 0.47\text{mm}$ 的漆包线各绕 30 匝, $W6$ 用 $\phi 0.33\text{mm}$ 的漆包线绕 360 匝。

B 选用专用超声波振动头。

65. 超声波防碰撞电路

如图 7-73 所示为超声波防碰撞电路, 电路采用 LM1812 并由时基电路 II 来控制 LM1812 的发送与接收 (LM1812, 即发送又接收)。控制距离可用 5k Ω 的电位器来调节, 一般可控制 2~3m。

时基电路 I 组成单稳态电路, 当达到报警距离时, 时基电路 I 的②脚输入低电平 (相当于 $1/3V_{CC}$), 单稳态电路被触发, ③脚输出高电平, LED 点亮同时电子蜂鸣器发声报警。本电路超声波发送/接收传感器采用 T/R-40 系列, 该电路可用于汽车倒车时防碰撞报警器, 安装于汽车尾部即可。也可用于防盗报警, 在小偷进入 2~3m 范围内, 就开始报警, 用于家庭、仓库、金融等部门。

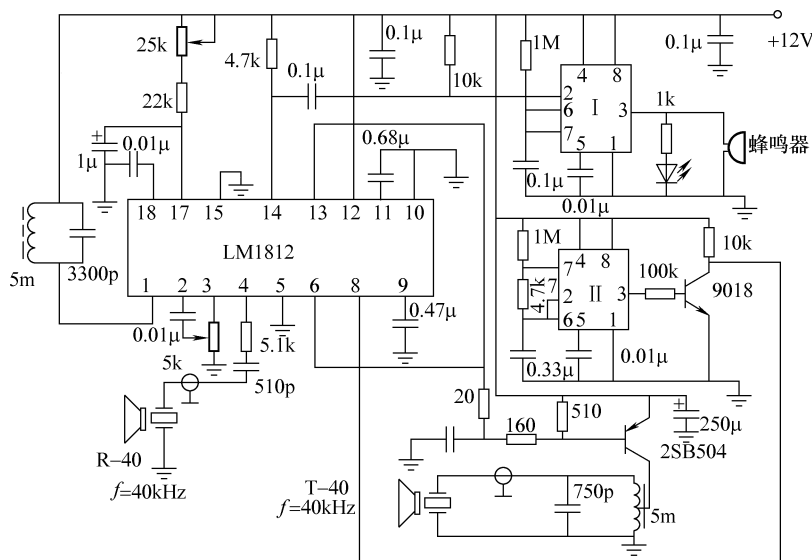


图 7-73 超声波防碰撞电路

第 8 章 农业常用电路

1. 农村常用临时电路

在农村遇到集会或庆典活动时常常要架设临时用电电路，如图 8-1 所示。接临时灯接线时把两芯胶质线的一头穿入灯头盖内，然后系一个结以增头吊挂灯泡的拉力，再把线头脱去绝缘层分别接入灯口的接线螺钉上，旋上灯泡，用绝缘塑料带吊在场院的树枝上或架设好的支架圈。两芯胶质线的另一头接入一两眼插头上，插入进场架设在户外的时配电盘上即可。接线时要注意将电源的相线接在灯口内的金头上，N 线接在螺口上，以保证用电安全。临时配电盘的架设与安装线路应使用较粗的两芯胶质线，一头接入两眼插头，并把电塑料绝缘带固定在绝缘物上架设到高处，引到所需要的地方，电线的长度可根据实际需要确定。

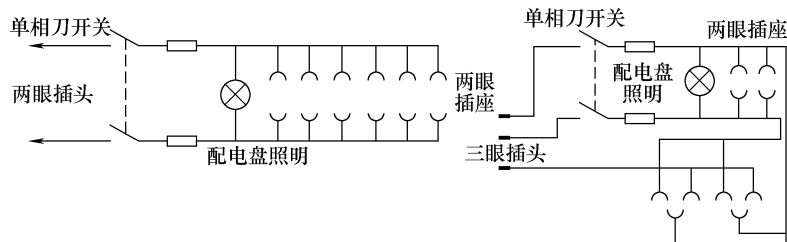


图 8-1 临时用电线路

2. 农村灌溉电路

自动灌溉控制电路能根据土壤湿度的大小对农作物进行自动灌溉。可广泛应用于国营农场、果园、塑料大棚蔬菜种植、温室栽培及广阔农田的喷灌。

(1) 电路组成 自动灌溉控制器电路由土壤湿度检测传感器、施密特触发器、单稳态触发器、LED 显示电路和控制执行电路组成，如图 8-2 所示。

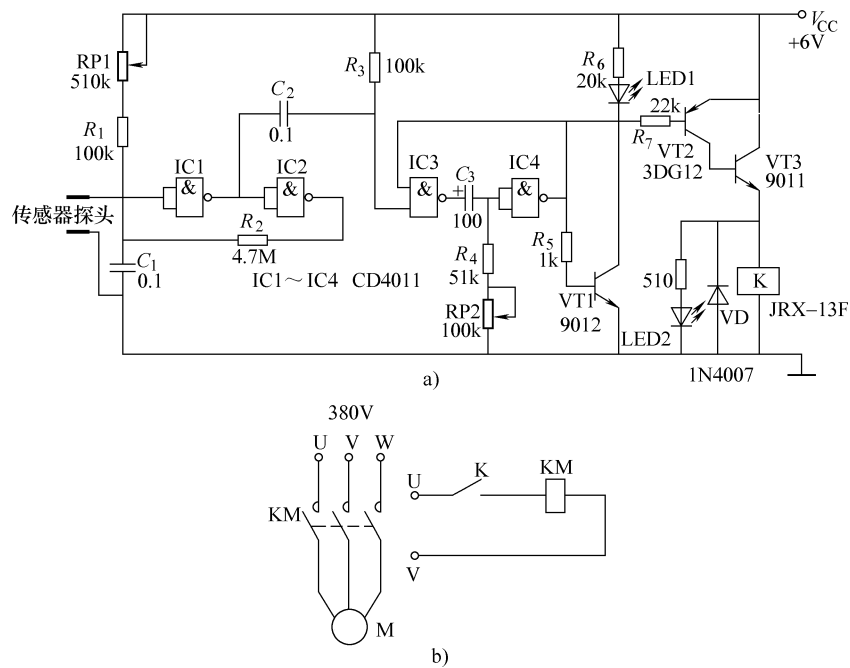


图 8-2 农田灌溉自动控制电路

施密特触发器由四与非门集成电路 IC1~IC2 和电阻 R_1 、 R_2 、电容 C_1 、 C_2 、电位器 RP1 组成。

单稳态触发器由 IC3~IC4、电阻 R_3 、 R_4 、电位器 RP2 和电容 C_3 组成。

LED 显示电路由晶体管 VT3、发光二极管 LED1、LED2 和电阻 R_5 ~ R_7 组成。

控制执行电路由电阻 R_6 、晶体管 VT1、VT2、继电器 K 和二极管 VD 组成。

(2) 电路工作原理 在土壤湿度适宜时,湿度检测传感器两探针之间的电阻值较小,IC1 的输入端呈低电位,施密特触发器不能被触发。此时 IC4 输出高电平,使 VT1 和 VT2 截止,K 不吸合,水泵电动机 M 不工作,LED2 不发光;同时 VT3 导通,LED1 点亮,表示土壤湿度适宜。

当土壤干燥到一定程度,湿度传感器两探针之间的电阻值上升到某一预定值时,施密特触发器受触发而翻转,通过 C_2 为单稳态触发器提供一个负跳变脉冲,使单稳态触发器翻转,IC4 输出低电平,使 VT3 截止,LED1 熄灭;VT1 和 VT2 导通,K 吸合,水泵通电工作,开始灌溉,同时 LED2 点亮,表示水泵电动机运转正常。

RP1 用来控制土壤湿度,调整其阻值,可以根据土壤的湿度来确定灌溉的时机。调整 RP2 的阻值,可以调整灌溉时间长短。

3. 农村排涝电路

在农田排灌时,稻田或池塘内的水被水泵抽干后,水泵仍在工作,这样不但浪费电能,而且还可能烧毁水泵电动机。本例介绍的农田排灌控制器,能在稻田、池塘或蓄水池内水被抽干后,及时切断水泵电动机的工作电源,可避免水泵电动机因无水空抽而损坏。增加该控制器电路后,可以实现无人值守排灌,尤其适合夜间作业。

该农田排灌控制器电路由电源电路、水位检测控制电路和控制执行电路组成,如图 8-3 所示。

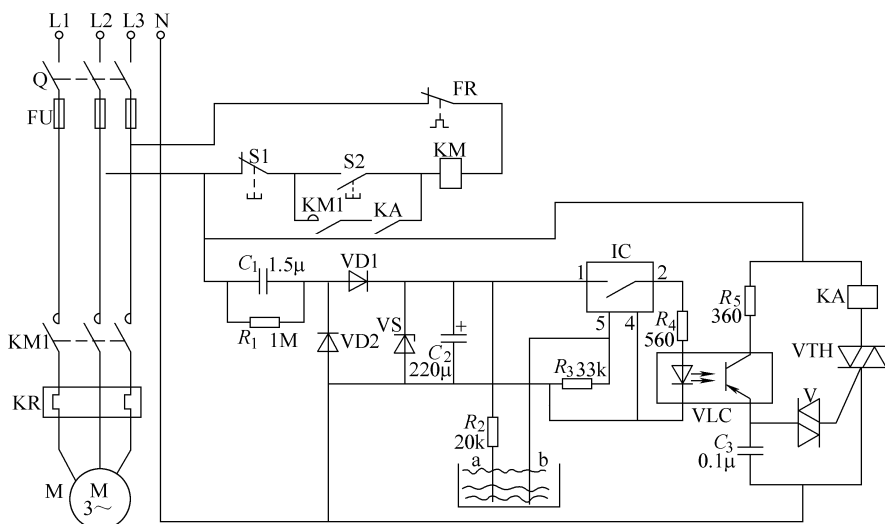


图 8-3 农田排涝自动控制电路

电源电路由降压电容 C_1 、泄放电阻 R_1 、整流二极管 VD1、VD2、稳压二极管 VS 和滤波电容 C_2 组成。

水位检测控制电路由水位检测电极 a、b、电阻 R_2 ~ R_4 、电子开关集成电路和光耦合器 VLC 组成。

控制执行电路由光耦合器 VLC、电容 C_3 、电阻 R_5 、双向触发二极管 V、晶闸管 VTH 和中间继电器 KA 组成。

刀开关 Q、熔断器 FU、交流接触器 KM、停止按钮 S1、启动按钮 S2 和热继电器 FR 为水泵电动机 M 的起动控制与过载保护电路。

接通刀开关 Q,按动 S2 后,KM 通电吸合,其常开触头吸合,水泵电动机通电工作。与此同时,相线 L2 与零线 N 之间的 220V 交流电压经 C_1 降压、VD1 和 VD2 整流、VS 稳压及 C_2 滤波后,产生 9V 直流电

压。该电压一路直接加至 IC 的①脚（输入端）；另一路经 R_2 和电极 a、b 之间水的电阻加至 IC 的⑤脚（控制端），使 IC 内部的电子开关接通，其②脚的输出电压经 R_4 将 VLC 内部的发光二极管点亮，VLC 内部的光敏晶体管导通，其发射极输出的高电平通过 V 加至 VTH 的门极，使 VTH 受触发而导通，中间继电器 KA 通电吸合，其常开触点接通，使 KM 在 S2 松开复位后仍锁定为吸合状态。

当稻田或池塘内水被抽干后，电极 a、b 之间的阻值增大，使 IC 的⑤脚变为低电平，其内部的电子开关断开，VLC 和 VTH 截止，KA 和 KM 断电释放，水泵电动机 M 停止工作。

该控制器电路也可以用作机井抽水灌溉控制。使用时，应将水位检测电极 a、b 安装在水泵排水管的出水口处。

4. 土壤缺水提示电路

低电压土壤缺水告知器线路如图 8-4 所示。湿度检测线路由 VT1、VT2 等组成的多谐振荡器产生的 3kHz 方波信号，经电流放大器 VT3、VT4 组成的负载补偿网络，为湿度检测探针 E1 与 E2 之间的土壤电阻提供检测电流。通过土壤电阻的电流是交流，且直流成分已被 C_4 隔断，因而两根探针不会出现电化学腐蚀现象。此方波信号还在土壤干燥时使蜂鸣器 BZ 发出 3kHz 的提示声。

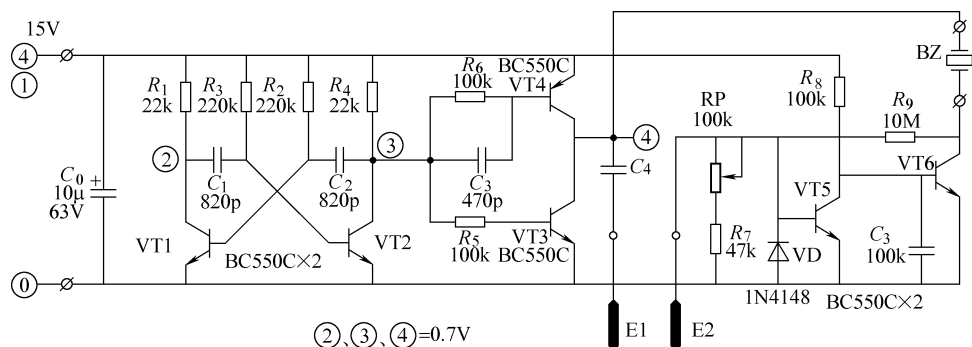


图 8-4 土壤缺水提示电路

土壤湿度正常方波信号经 E1 与 E2 之间的土壤电阻加到 VT5 基极。电位器 RP 用来调节检测灵敏度。当土壤湿度正常时，探针之间的土壤电阻值很小，3kHz 信号在 $(RP+R_7)$ 两端产生的压降较大，其正、负半周均使 VT6 保持截止状态，因而蜂鸣器 BZ 不工作。正半周时 VT5 饱和导通，使 C_5 迅速放电，VT6 截止；负半周时 VT5 截止， C_5 开始充电，充电的时间常数为

$$\tau = R_8 \times C_5$$

这一时间常数较大，在 C_5 两端电压尚未升高到足以使 VT6 导通之前，正半周又到来，并使 VT5 导通， C_5 又迅速放电，结果使 VT6 总是保持截止。二极管 VD 在信号级半周时导通，以保护 VT5 基射结不致被反向击穿。

当土壤干燥时，由于两根探针之间的电阻值增大，加到 VT5 基极的电压减小到不足以使 VT5 导通的程度，于是 VT5 截止，VT6 饱和导通，振荡信号通过蜂鸣器发出提示声。

6 个晶体管型号为 BC550C，可用 9014、3DG6 管。BZ 可用 1.5V 的小型压电蜂鸣器，用胶带固定在线路板靠近 VT1、VT2 的顶端。

电路由一节 1.5V 干电池供电，蜂鸣器的静态电流为 0.1~0.2mA。两根探针均用 15cm 长的 $\Phi 1\text{mm}$ 漆包线做成，将其一端脱漆后分别焊在 E1、E2 点，另一端脱漆 4cm 长并搪上焊锡，以防止插入土壤后产生氧化。两根探针要平直、等长。

5. 农村沼气检测电路

用一块集成电路构成的沼气浓度检测电路如图 8-5 所示。它适用于农户对沼气浓度进行检测报警。

当 QM-N5 不接触可燃沼气或沼气浓度极低时，QM-N5 的 A 与 B 两电极之间导电率低，呈高阻抗，使得 IC 的输入端⑦脚电压近于 0V，故其②~⑥脚均输出低电平，LED1~LED5 不会点亮。气敏检测探头

QM-N5 和电位器 RP 组成气敏检测线路，气敏检测信槽从 RP 的中心端输出。当 QM-N5 检测到一定浓度的沼气时，其 A、B 两电极之间的电阻变得很小。这样，VS 稳压后的 6V 电压就会经 A 与 B→RP 使 IC⑦脚上有电压加入，进而就会使相应的发光二极管点亮。沼气的浓度越高，LED1~LED5 依次点亮的个数也就越多，由此就可得知沼气的浓度。

LED1~LED5 可选用 BT201A 型红色磷砷化镓发光二极管；VS 随选用稳压值为 6V 左右的稳压二极管，如 2CW7C、2CW13 等型；RP 选用阻值为 4.7kΩ 的小型精密实心电位器；G 可用 12V 叠层电池，也可用交流变直流后的 12V 电源。气敏元器件气敏探头的感受面一定要露出机壳，以使气敏探头最大限度地检测信号。先用注射针筒抽取适量的被测沼气占空气 2%~5% 的比例混合存入气袋中。将上述标准沼气体体由橡胶管输送到气敏检测探头附近，使其受到气体的作用。最后调整 RP，使 LED1 刚好点亮即可。

由于气敏元器件具有初期稳定时间的特性，即开始时内部电阻很小，需经一段时间才恢复原稳定状态，故在每次使用之前须待几分钟后，才可投入使用，以免导致误判。

6. 家禽孵化温度控制电路

孵化需要一定的温度、湿度、空气，要进行翻蛋和晾蛋，这些条件在孵化过程中互相联系，互相影响，决定着孵化率、雏鸡的质量及孵化工作的成败。孵化的温度在孵化中起主要作用，一般认为孵化温度在 37.8℃ 为宜。孵化机内各部位温差最好在 ±0.28℃ 的范围内，最多不能超过 ±0.5℃。孵化的相对湿度以 45%~70% 为宜。保持新鲜的空气，是保证胚胎发育的必需条件。如图 8-6 所示是一种恒温控制电路，供农民朋友在实际操作中参考使用。

当电动孵鸡控制器开始工作时，合上开关 QS，此时，XCT-101 型动圈式温度调节仪常开触点闭合，使接触器得电吸合，电热丝通电开始对室内加热。当温度达到 37.8℃ 时，调节仪内闭合的触点在预定旋钮控制下复位释放，从而切断接触器控制回路，使电热丝停止加热，保持已有的温度。当温度下降至低于 37.8℃ 时，调节仪常闭触点又闭合，电热丝又开始加热，如此周而复始，保持恒定的温度。

7. 养殖应用电路

电路如图 8-7 所示。

(1) 直流电源电路 接通电源开关 S3，交流 220V 电压经 T 降压、UR 整流、C₃ 和 C₄ 滤波后，产生 +9V 工作电压，供给 K1 的驱动控制电路、缓冲放大电路和自动翻蛋电路。+9V 电压还经 R₁₂ 限流降压、C₂ 滤波及 VS 稳压后，为温度检测控制电路提供 +5V 工作电压。

(2) 自动翻蛋电路 自动翻蛋电路由电阻 R₁₃~R₁₆、电位器 RP6、电容 C₇、C₉、时基集成电路 IC2、晶体管 VT3、二极管 VD2、继电器 K2、限位开关 S1、触发开关 S4 和直流电动机 M2 组成。其中 IC2 和外围阻容元件组成无稳态电路；VT3 和 R₁₃、R₁₄、VD2、K2 和 S1 组成 M2 的控制电路。

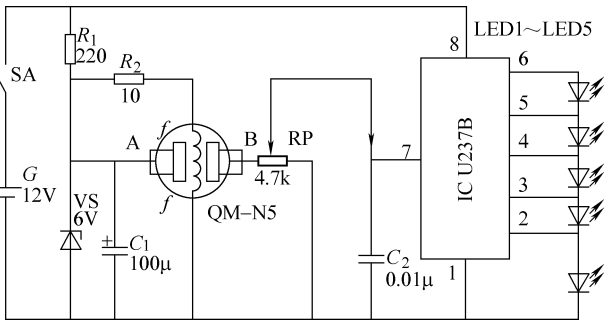


图 8-5 沼气浓度检测线路

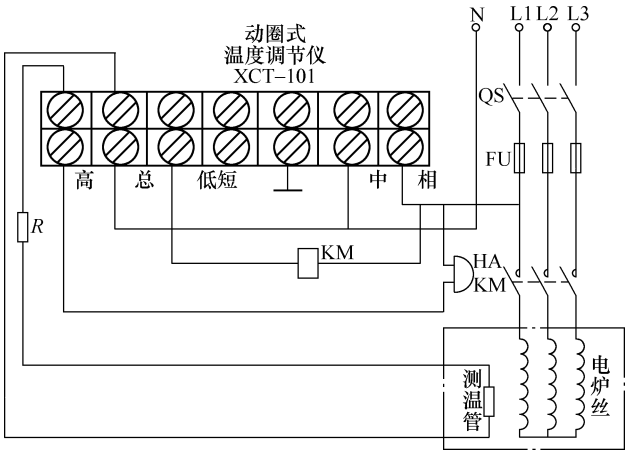


图 8-6 家禽孵化温度控制电路

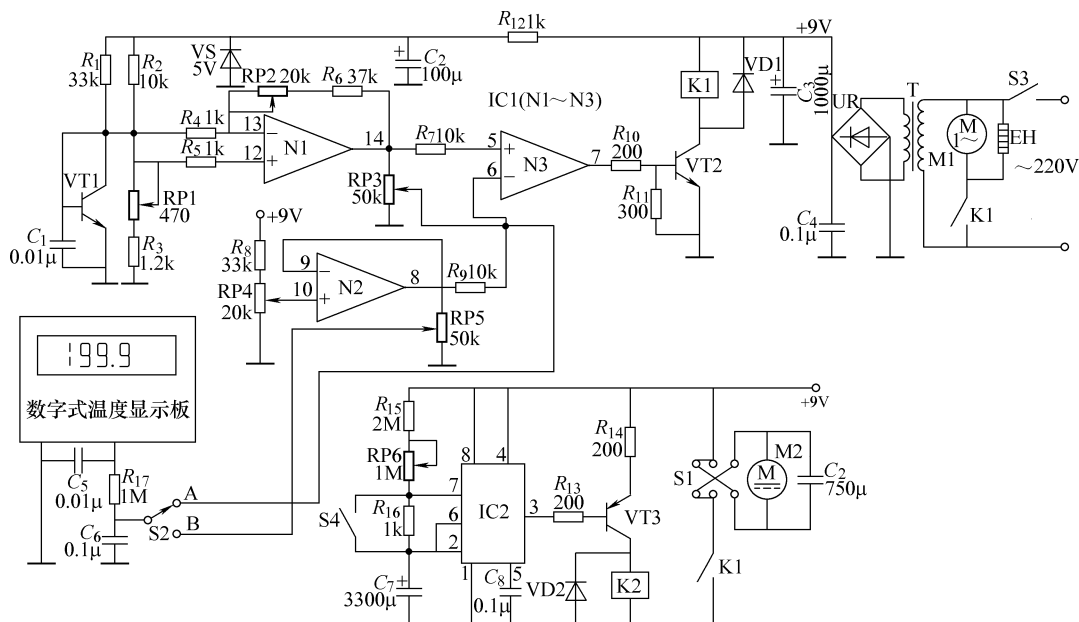


图 8-7 禽蛋孵化控制电路

(3) 温度设置 VT1 作为温度传感器，用来检测孵化箱内的温度，其发射结（b、e 极之间）电压随着温度的升高而下降（温度系数为 $-2\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ ）。RP4 用来设定控制温度。调节 RP1 和 RP2 的阻值，可改变 VT1 发射结上电压随温度变化的斜率。

(4) 工作过程 在孵化箱内的环境温度低于 RP4 的设定控制温度时，放大器 N1 和 N3 输出高电平，使 VT2 饱和导通，K1 通电吸合，其常开触头接通，风扇电动机 M1 和加热器 EH 通电工作。在孵化箱内的环境温度超过设定的控制温度时，放大器 N1 和 N3 均输出低电平，使 VT2 截止，K1 释放，其常开触头断开，风扇电动机 M1 和加热器 EH 停止工作。此过程周而复始，使孵化箱内温度恒定为设定的温度。调节 RP3 和 RP5 的阻值，可调节显示温度的准确度。

在电源接通瞬间，由于 C_7 两端电压不能突变，IC2 的②脚和⑥脚为低电平，③脚输出高电平，VT3 截止，K2 处于释放状态，M2 不工作。随后 C_7 通过 R_{16} 、RP6 和 R_{15} 充电，使 IC2 的②脚和⑥脚的电位逐渐上升。当 C_7 两端电压充至 6V 以上（约 2h）时，IC2 内电路翻转，③脚变为低电平，使 VT3 导通，K2 通电吸合，其常开触头接通，使 M2 通电转动，通过减速和牵引装置使放孵化蛋的孵化盘往一个方向倾斜，完成翻蛋动作。调节 RP6 的阻值，可改变自动翻蛋的时间。

当孵化盘倾斜至一定角度（约 70° ）时，安装在减速牵引轮上的触发机构使 S1 的常开触头接通，常闭触头断开，使加在 M2 上的电源极性改变，同时 S4 瞬间接通一下，使 IC2 的⑦脚内部的放电输出电路工作， C_7 快速放电，当 C_7 两端电压低于 3V 时，IC2 的③脚变为高电平，使 VT3 截止，K2 释放，其常开触头断开，使 M2 停止转动。随后 C_7 又通过 R_{16} 、RP6 和 R_{15} 缓慢充电，当 C_7 两端电压充至 6V 以上时，IC2 内电路又翻转，③脚输出低电平，使 VT3 导通，K2 通电吸合，其常开触头接通，使 M2 通电转动，通过减速和牵引装置使放孵化蛋的孵化盘往相反方向倾斜，完成翻蛋动作。

当孵化盘倾斜至一定角度时，安装在减速牵引轮上的触发机构又使 S1 的常开触头断开，常闭触头接通，使加在 M2 上的电源极性改变，同时 S4 又被触发接通一下，使 IC2 第⑦脚内部的放电输出电路工作， C_7 快速放电，当 S7 两端电压低于 3V 时，IC2 的③脚变为高电平，使 VT3 截止，K2 释放，其常开触头断开，使 M2 又停止转动。

以上工作过程周而复始地进行，即可实现每 2h 自动翻蛋一次。

数字式温度显示板用来显示孵化箱内的温度和设定温度。将温度显示转换开关 S2 置于 A 位置时，用来显示孵化箱内的温度；将温度显示转换开关 S2 置于 B 位置时，用来显示设定的控制温度。

8. 温室大棚地温度控制电路

本例介绍农村蔬菜大棚温度控制电路, 具有节能、抗干扰等优点。

电路工作原理如下。

该温室大棚地热线控制器电路由电源电路和加温控制电路组成, 如图 8-8 所示。

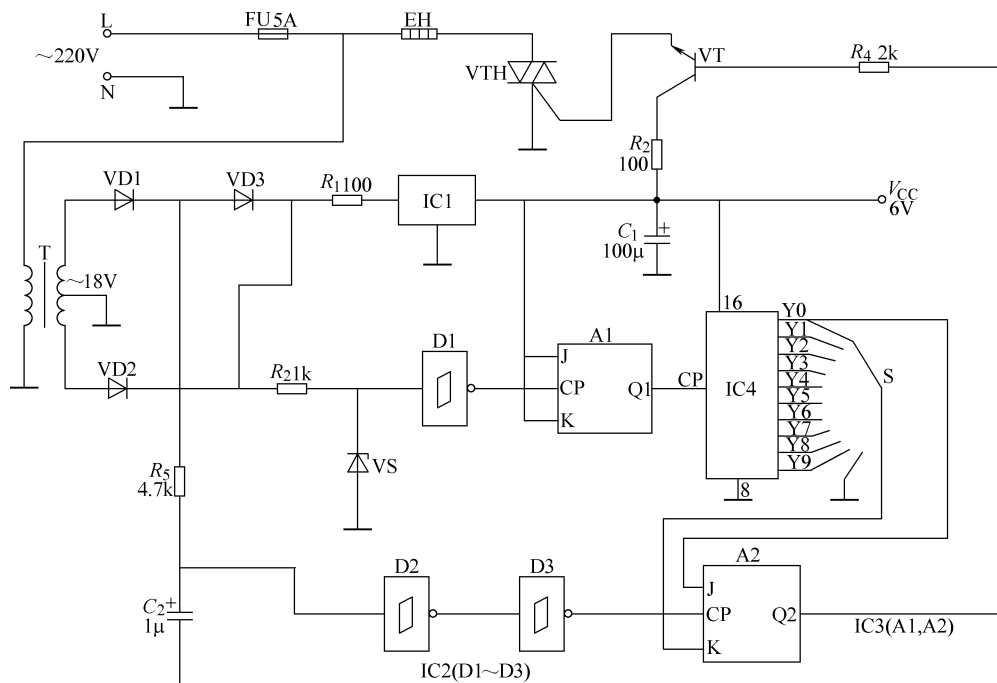


图 8-8 温室大棚地温度控制电路

电源电路由熔断器 FU、电源变压器 T、整流二极管 VD1、VD3、电阻 R_1 、三端稳压集成电路 IC1 和滤波电容 C_1 组成。

加温控制电路由电阻 $R_2 \sim R_5$ 、电容 C_2 、稳压二极管 VS、非门施密特触发器集成电路 IC2 (D1~D3)、JK 触发器集成电路 IC3 (A1、A2)、计数/脉冲分配器集成电路 IC4、选择开关 S、晶体管 VT、晶闸管 VTH 和地热线 EH 组成。

交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD3 整流后, 一路经 R_1 限流、IC1 稳压为 +6V, 作为 IC2~IC4 的工作电源; 另一路经 R_2 限流、VTH 钳位取样及 IC2 内部的非门施密特触发器 D1 整形处理后, 得到电源过零正脉冲, 作为 IC3 内部 JK 触发器 A1 的时钟信号, 使 A1 输出的时钟脉冲与电源周波同步。

VD1 整流后的电压经 R_5 、 C_2 延时及 IC2 内部的非门施密特触发器 D2、D3 整形后, 得到比电源周波稍滞后的同步正脉冲信号, 作为 IC3 内部 JK 触发器 A2 的时钟信号。

IC4 对 JK 触发器 A1 输出的时钟脉冲进行计数分频处理后, 从其 Y0~Y9 端依次轮流输出一个周波时间的高电位。

S 为周波比率选择开关。若将 S 置于 Y0 端 (1/10 位), 则在第 1 个过零脉冲到来时, 因 IC4 的 Y0 端输出高电平, Y1 端输出低电平, 当第一个电源周期同步脉冲加入 JK 触发器 A2 的 CP 端时, 其 Q2 端输出高电平, 使 VT 导通, VT 受触发而导通, 地热线 EH 通电工作。当第 2 个电源周期同步脉冲加入 JK 触发器 A2 的 CP 端时, 由于此时 IC4 的 Y0 端变为低电平, Y1 端输出高电平, JK 触发器 A2 的 Q2 端输出低电平, VT 和 VTH 截止, EH 断电停止加温。即 S 置于 Y0 端时, EH 在交流电的 10 个周波时间内仅工作 1 个周波时间, 有 9 个周波时间处于断电不工作状态。

若将 S 置于 IC4 的 Y1 端 (2/10 位), 则 EH 在交流电的 10 个周波时间内, 仅有两个周波时间是通电工作的, 有 8 个周波时间是不工作的, 依次类推。

该控制器未设置温控装置,若需要温度控制,可在电源输入回路串接一只温度器。

9. 农用电犁电路

农用电犁和电耙是由电动牵引机带动工作的,即利用电动机带动钢绳盘转动,从而不断把钢丝绳卷入钢绳盘。钢丝绳的另一端拖着犁或耙,当犁或耙被拖到田地的一端时就移行,由另一台牵引机把犁、耙拖向另一端,犁应是双头的,犁头反向,装在犁架上,犁架下面装有两个地轮和一辅助地轮,犁架两端分别连接在两台牵引机的钢丝绳上。两台机器应是一台开,一台停,必须在一台停稳后再开一台。在操作电犁、耙时装上钢绳,把牵引钢丝绳和移动钢丝绳分别装两个绳盘内。操作人员右手握住电源开关手柄,左手握住操作杆。操作杆分牵引、空档、移动三档。电源开关有通、断二档,根据操作情况调节操作杆及电源开关的位置。牵引速度根据耕田的土质,田地的形状和牵引机出力的情况,选用快档或慢档。停车时应关掉电源开关,并把操作杆调到空档位置。牵引机用毕,应及时拆卸钢丝绳,并将它盘成圈状。

农用电犁和电耙的电源线必须用四芯橡胶电缆线,其中一根芯线用作接地线,牵引机外壳必须可靠接地。两台牵引机上的电源是从田头的同一配电箱中引出一根四芯电缆送到电源分支箱。电源分支箱为一进二出(分别接到两台牵引机的电源操纵开关上),如图 8-9 所示。在分支箱内,开三个电缆引出孔,电缆在引出孔内应打结,防止插头自行脱落。电源分支箱如为金属外壳,必须接地,并设置在两台牵引机连线方便的位置。使用完毕,电源线应及时拆除。

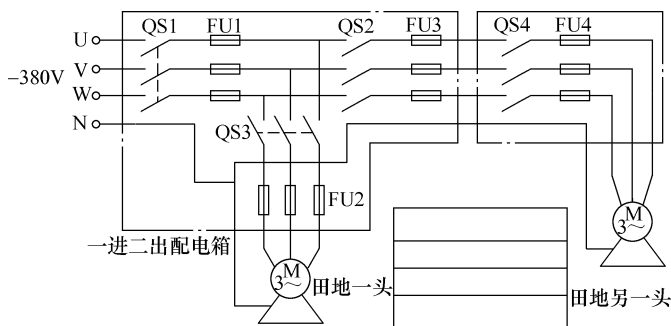


图 8-9 电犁控制电路

10. 农用喷药杀虫电路

用时间继电器组成的苗圃自动喷药杀虫控制电路如图 8-10 所示,开停时间可人工进行设定,可喷洒 2min、停止 30min,然后再喷洒 2min、停止 30min,周而复始地工作。

当接通启动开关 SA1 以后,时间继电器 KT2 线圈通过 KM-1 常闭触点形成回路,开始工作,所设定的延迟时间到达以后,其 KT2-1 常开触点闭合,进而使交流接触器 KM 线圈得电工作,使其邻组触点动作。其中, KM-3 触点闭合以后接通了水泵电动机的供电电路,开始抽水喷洒;而辅助触点 KM-1 断开,使时间继电器 KT2 失电,其 KT2-1 触点断开;但由于 KM 的常开触点 KM-3 已经闭合, KM 线圈通过 KT1-1、KM-3 继续得电工作,故而使水泵继续维持喷洒。由于 KM-2 触点的闭合, KT1 时间继电器线圈得电开始工作,当其所设定的延迟时间到达时, KT1-1 触点断开,使 KM 交流接触器线圈失去供电而释放,其 KM-3 触点断开,水泵电动机失去供电而停止工作。同时,由于 KM-1 常闭触点复位, KT2 时间继电器得电开始工作。

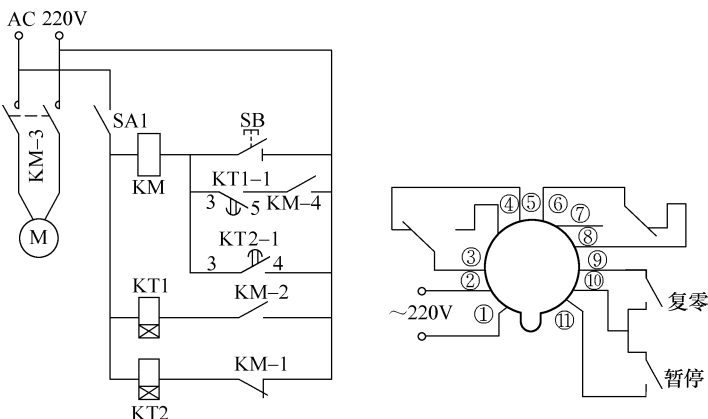


图 8-10 农用喷药杀虫控制电路

如果通电以后需要立即进行喷洒,则只要点动开关 SB 点动,使水泵电动机起动即可实现。

KT1、KT2 是一种具有数字显示的时间继电器。该继电器延时范围为 19h59min,调整单位为 min。

11. 播种机堵塞排除电路

小麦播种是广大农民非常关心的事，在播种的过程中，希望播种均匀，来年有个丰收年。但是在播种过程中，由于颗粒堵塞，播种者又不知道，将会空播一段。

为了防止上述现象的发生，采用电路如图 8-11 所示，一旦出现颗粒堵塞现象，播种机的驱动机构把开关 SA 接通，电路工作，发光二极管发光，使光敏二极管受光，经电容 C_1 把信号送到 555 定时器，③端输出，经 VT2、VT3、VT4 放大，使扬声器发出报警声音，播种机停止，疏通颗粒堵塞现象后，继续播种。

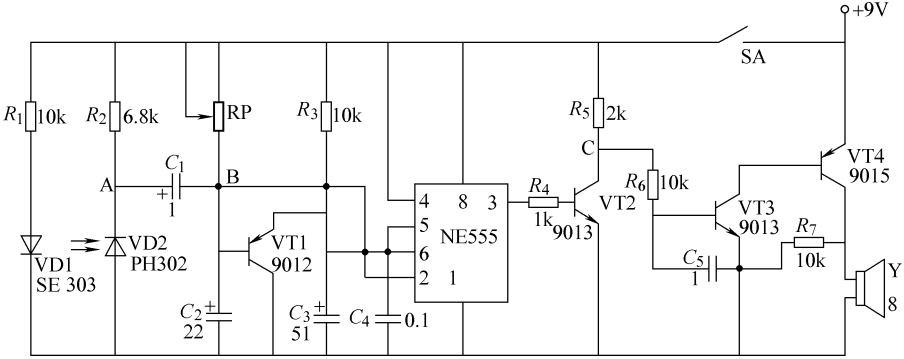


图 8-11 小麦播种机颗粒堵塞报警电路

12. 秸秆还田粉碎机控制电路

秸秆可以粉碎，埋在地下作肥料，也可以粉碎作为家禽的饲料，废物有效地得到利用，是一件一举两得的好事。

饲米切碎机主要用于切碎稿秆、秆草、麦草、青饲等，是农村加工或制作牲畜饲料，广泛使用的一种粉碎机，共有两台电动机。要求切料电动机 1M 起动并运行一段时间后喂料电动机 2M 才能自动起动，以免来不及切料而堵死切刀。停机时要求 2M 停机后 1M 才能自动停机。秸秆还田粉碎机的电路如图 8-12 所示。

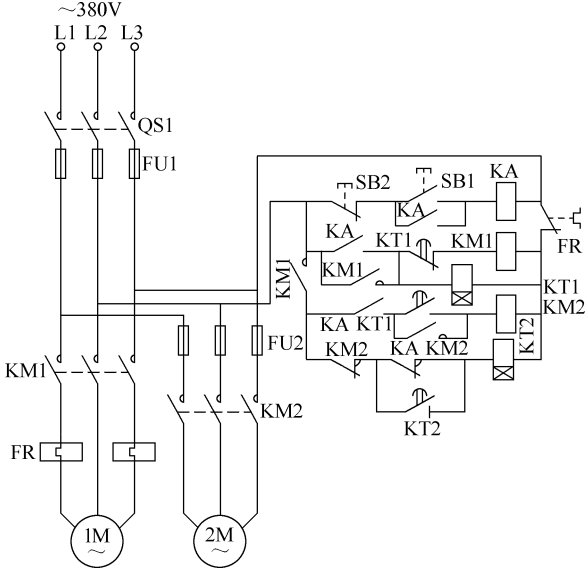


图 8-12 秸秆还田粉碎机电路

13. 电动机改接发电机电路

利用电动机发电一般可选择 17kW 以下的异步电动机, 按图 8-13a 所示方法连接和配加无极性耐压在 450V 以上的电容。

方法是异步电动机接成 Y 形、把三组电容接成 $\triangle$ 形后并联在一起。当柴油机带动异步电动机达到一定转速后, 在 L1、L2、L3 三点任意两点上便可得到 380V 输出电压。如果需要 220V 电压时可在 L1、L2、L3 上取任意一相与 0 点之间电压即为 220V。图 8-13b 所示为电动机作发电机电线线路。

在使用异步电动机发电时应注意以下几个问题:

- 1) 所接负载的额定功率应不大于异步电动机额定功率的 80%。如用 17kW 异步电动机发电, 所接负载的功率应小于 13kW。
- 2) 采用异步电动机发电, 所配置的柴油机功率要与电动机配套, 使两机械在转动时可靠配合连接, 并能达到一定的转速, 工作频率应选在 50Hz 以上。异步电动机作为发电机使用, 其输出电压高低与转速有很大关系, 使用时应尽可能使转子速度稳定。
- 3) 电动机作为发电机起动前要安装接地线。
- 4) 电动机功率在 20kW 时, 采用 $\triangle$ 形接法时所需电容容量为 $66 \sim 86 \mu\text{F}$, Y 形接法时为 $198 \sim 258 \mu\text{F}$ 。

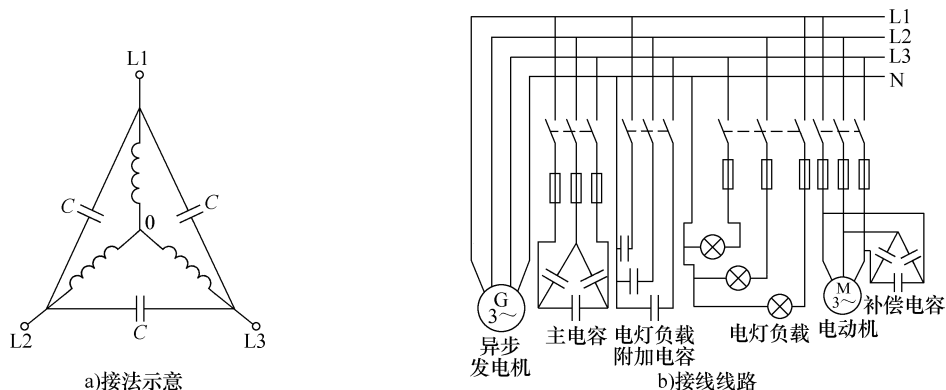


图 8-13 电动机改接发电机电路

14. 农用小型拖拉机照明电路

拖拉机在农村是使用非常普遍的一种农业机械, 它为农业生产和农民的运输起到了重要的作用。做为农村电工朋友掌握一些拖拉机照明电路很有用处。小型拖拉机电气装置比较简单, 主要用于夜间照明及行车转向示意, 它由发电机和照明灯、转向灯等用电设备, 以及导线、开关等配电部分组成, 如图 8-14 所示。

小型拖拉机每个用电设备与发电机并联连接, 形成一个完整回路, 通过转换开关控制, 互不干扰。每个电气装置均采用“单线制”, 即用一根导线将发电机的一极与电气装置的一端相连接, 而发电机的另一极以及电气装置的另一端分别与机体金属相接, 用机体代替导线, 一般称为搭铁。

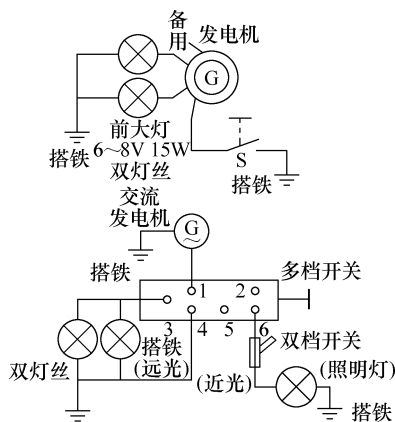


图 8-14 农用小型拖拉机照明电路

15. 农村蔬菜大棚照明电路

农村蔬菜大棚照明电路和农村一般照明电路基本相同, 但由于大棚内温度较高、湿度较大, 直接把 220V 照明电路架设到大棚内很不安全, 因此农村地膜大棚的电源首先用电线杆把电线引入大棚头起的一间小室内。电源配电盘就安装在 1.5m 高处, 进户后装有刀开关、电能表、熔断器以及开关照明灯等, 然后把电线架设到蔬菜大棚内。条件较好的农村地区可购买安装一台漏电自动跳闸开关, 使电源线经过此开关

再进入大棚内，如图 8-15 所示。

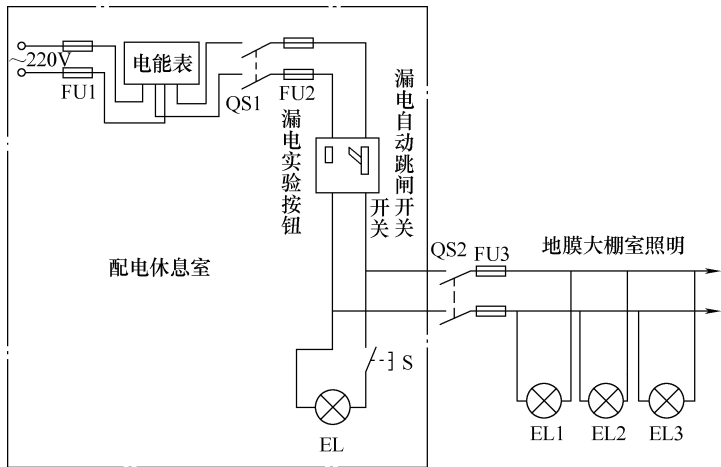


图 8-15 农村蔬菜大棚照明电路

16. 农村养鱼控制电路

人工孵化或养殖热带鱼、观赏鱼时，需要给鱼池配置加氧泵和循环水泵。加氧泵和循环水泵长期连续工作不但耗费电能，也容易损坏零部件。本例介绍的鱼类养殖用增氧控制器，能控制加氧泵和循环水泵间歇循环工作，间歇地向鱼池加氧及供水，具有节能和延长设备使用寿命的作用。

(1) 电路组成 该鱼类养殖用增氧控制器电路由电源电路和控制电路组成，如图 8-16 所示。

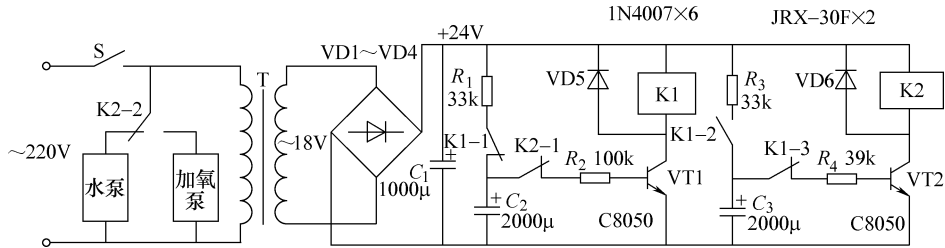


图 8-16 农村养鱼控制电路

电源电路由电源开关 S、电源变压器 T、整流二极管 VD1~VD4 和滤波电容 C_1 组成。

控制电路由晶体管 VT1、VT2、继电器 K1、K2、电阻 $R_1 \sim R_4$ 、电容 C_2 、 C_3 和二极管 VD5、VD6 组成。

(2) 电路原理 接通电源开关 S 后，交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流及 C_1 滤波后，产生 24V 直流电压，供给控制电路。此时交流 220V 电压经 K2-2 的常闭触头为循环水泵供电，使其运转工作。

+24V 电压经 R_1 和 K1 的常闭触头 K1-1 对 C_2 充电。当 C_2 上的电压达到一定值时，晶体管 VT1 导通，继电器 K1 吸合，其常开触头 K1-2 接通，+24V 电压经 R_3 和 K1-2 触头对 C_3 充电；同时，常闭触头 K1-1 断开， C_2 停止充电， C_2 上电压经 R_2 对 VT1 放电，VT1 维持导通，K1 仍保持吸合状态。

当 C_3 上电压达到一定值时，VT2 导通，K2 吸合，K2-1 常闭触头断开，切断了 C_2 的放电回路，VT1 截止，K1 释放， C_2 又开始充电。同时，K2-2 的常开触头接通，加氧泵通电工作，循环水泵停止工作。当 C_2 充电至一定值时，VT1 又导通，K1 吸合， C_3 充电，随后 VT2 导通，K2 吸合，循环水泵又通电工作，加氧泵停止工作。如此循环往复，实现加氧泵与循环水泵间歇循环工作。

调整 R_2 、 R_4 的阻值或改变 C_2 、 C_3 的容量，可调整加氧泵与循环水泵间歇工作的间隔时间。

17. 养鱼恒温控制电路

(1) 电路组成 该鱼类养殖用恒温控制器电路由电源电路和温度检测控制电路组成,如图 8-17 所示。

电源电路由电源变压器 T、整流二极管 VD2、VD3、滤波电容 C_2 、限流电阻 R_3 和电源指示发光二极管 LED1 组成。

温度检测控制电路由热敏电阻 RT、电阻 R_1 、 R_2 、电容 C_1 、电位器 RP、时基集成电路 IC、加温工作指示发光二极管 LED2、继电器 K 和二极管 VD1 组成。

(2) 电路原理 交流 220V 电压经 T 降压、VD2 和 VD3 整流及 C_2 滤波后,产生 +9V 电压 (V_{CC}) 供给 IC,同时经 R_3 将 LED1 点亮。

在水温低于 RP 的设定温度时,RT 的阻值变大,使 IC 的②脚电压低于 $V_{CC}/3$,IC 的③脚输出高电平,K 通电吸合,其常开触头 K1 和 K2 接通,电加热器 EH 通电工作,加温工作指示发光二极管 LED2 点亮。

随着水温度不断上升,RT 的阻值也随之变小,当水温超过设定水温值时,IC 的②脚电压将高于 $V_{CC}/3$,③脚由高电平变为低电平,使 K 释放,EH 断电而停止加温,LED2 熄灭。

以上过程周而复始,即可使水温恒定为设定水温值附近。

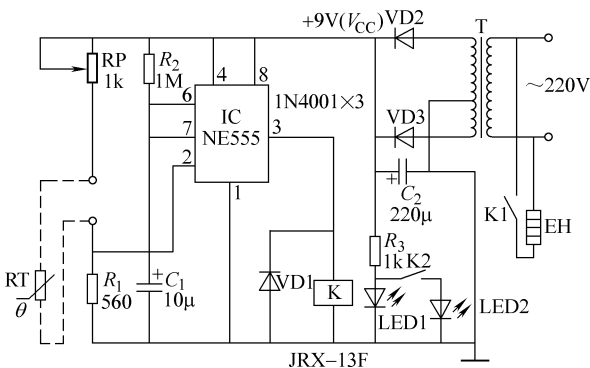


图 8-17 养鱼恒温控制电路

18. 养鸡补光提高产蛋率电路

(1) 电路组成 该养鸡场自动补光灯电路由电源电路、测光电路和调光电路组成,如图 8-18 所示。

电源电路由电源开关 S、电源变压器 T、整流二极管 VD1~VD4、滤波电容 C_2 、 C_3 、三端稳压集成电路 IC、限流电阻 R_4 和电源指示发光二极管 LED 组成。

测光电路由光敏电阻 RG、电位器 RP1、RP2、电阻 R_1 、 R_2 和晶体管 VT1~VT3 组成。

调光电路由晶体管 VT3、单结晶体管 BT33、晶闸管 VTH、电阻 R_2 、 R_3 、电容 C_1 和补光灯 EL 组成。

(2) 电路原理 交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流、 C_2 滤波及 IC 稳压为 +9V 电压后,作为测光电路和调光电路的工作电源,同时经 R_4 将 LED 点亮。

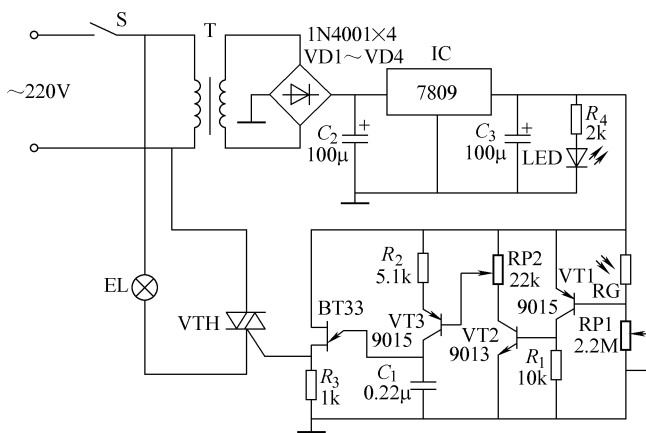


图 8-18 养鸡补光提高产蛋率电路

白天自然光线较强时,RG 呈低阻状态,VT1~VT3、BT33 和 VTH 均处于截止状态,EL 不亮。

当阴雨天光照变暗时,RG 的阻值增大,使 VT1~VT3、BT33 和 VTH 均导通,EL 点亮。光线越暗,VT1~VT3 的导电电流越大, C_1 充电速度越快,BT33 产生的触发脉冲使 VTH 的导通角增大,EL 发光亮度越强。

调整 RP1 的阻值,可调节补光灯动作的灵敏度。

调整 RP2 的阻值,可使补光灯随着外部环境光线的变化而平缓地变化。

19. 农作物防霜冻电路

在自然灾害中,霜冻对农作物的危害较严重,它直接影响到农作物的产量。

本例介绍的霜冻报警器，能在环境温度低于 1℃ 时发出声音报警信号，提醒农户及时作好防霜准备。

(1) 电路组成 该霜冻报警器电路由电源电路、温度检测控制电路和报警电路组成，如图 8-19 所示。

电源电路由电池 GB、电源开关 S 和电热点温度计 Q 组成。

报警电路由音效集成电路 IC、电阻 R_2 、 R_3 、晶体管 VT 和扬声器 Y 组成。

(2) 电路原理 接通电源开关 S 后，报警器电路进入警戒状态。在环境温度高于 1℃ 时，Q 的电热控制触头处于断开状态，报警电路不工作，Y 不发声。当环境温度下降至 1℃ 时，Q 的电热控制触头接通，使 IC 受触发工作，IC 的③脚输出的音效电信号经 VT 放大后，驱动 Y 发出报警声。

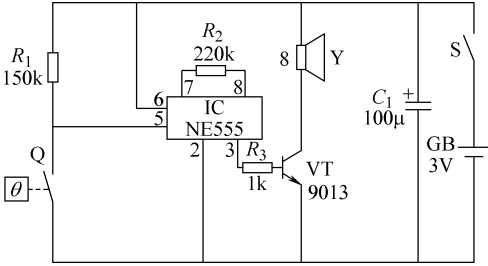


图 8-19 农作物防霜冻电路

20. 稻谷碾米机电路

农村小型粮食加工厂使用的稻谷加工机械一般是由双联斗式提升机、打谷机和碾米机组成的配套设备，通过 3 台交流电动机驱动工作。一些农村电工在安装这种稻谷加工机械时，通常使用最简单的手动控制电路，即通过一只胶盖刀开关来控制稻谷加工机械电动机的起动与停止。由于刀开关的断流效果不佳，又不适合频繁操作，所以不利于电动机的安全工作。本例介绍的稻谷加工机械控制器，采用控制按钮配合交流接触器、热继电器等自动电器，可实现对电动机的自动保护控制。

(1) 电路组成 该稻谷加工机械控制器电路由刀开关 Q、熔断器 FU1~FU4、起动按钮 S1、停止按钮 S2、交流接触器 KM1~KM3 和热继电器 FR1~FR3 组成，如图 8-20 所示。

(2) 电路原理 M1 是斗式双联提升机的驱动电动机，M2 是打谷机的电动机，M3 是碾米机的电动机。

接通刀开关 QS，按一下起动按钮 S1，交流接触器 KM1~KM3 均通电吸合，其常开触点接通，电动机 M1~M3 起动运转，使稻谷加工机进入工作状态：由斗式双联提升机将干净的稻谷送入碾谷机进行脱壳，脱壳后的糙米再经提升机送入碾米机进行谷糙分离及碾白，分离出细糠和白米。

加工完毕后，按一下停止按钮 S2，使其 KM1~KM3 释放，M1~M3 停止运行。

热继电器 FR1~FR3 分别用于 M1~M3 的过载保护。若某电动机出现过载或过热故障时，该路热继电器动作，其常闭触点断开，使与其串联的交流接触器释放，该电动机保护停机。例如，当 M2 出现过载或过热故障时，FR2 动作，其常闭触点断开，使 KM2 释放，M2 停转。

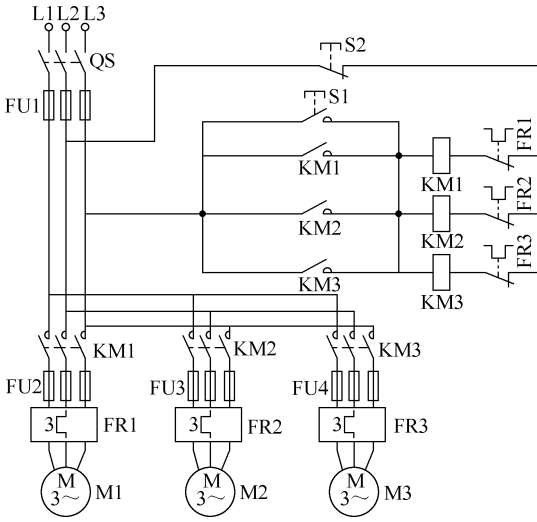


图 8-20 稻谷碾米机电路

21. 花生瓜子烘炒机电路

农村的中、小油厂在使用小型榨油机械设备时，需要先用火炕或平底炒锅对油料作物（包括大豆、花生、油菜籽、棉籽、葵花籽、芝麻、玉米胚芽、米糠等）的坯料进行烘炒或蒸炒处理，以提高油质及出油率。由于烘炒设备附近温度较高，工作人员近距离操作很辛苦。若使用本例介绍的油料作物烘炒机控制器，则可实现对烘炒设备的远距离异地控制。

(1) 电路组成 该油料作物烘炒机控制器实际上是电动机单线远程正反转控制电路，有关电路如图 8-21 所示。

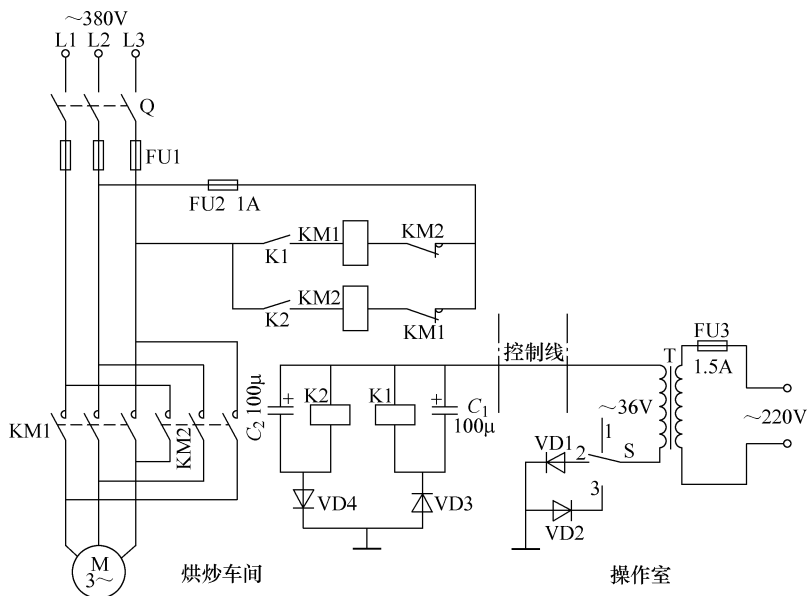


图 8-21 花生瓜子烘炒机电路

熔断器 FU3、电源变压器 T、控制开关 S 和二极管 VD1、VD2 是安装在操作室的控制器电路；电动机 M、刀开关 Q、熔断器 FU1、FU2、交流接触器 KM1、KM2、继电器 K1、K2、电容 C_1 、 C_2 和二极管 VD3、VD4 是安装在烘炒车间的烘炒机搅拌器驱动电路；控制器与烘炒机搅拌器驱动电路之间通过一根控制线连接。

(2) 电路原理 220V 交流电压经 T 降压后，在其二次绕组上产生 36V 交流电压，作为继电器 K1、K2 的工作电源。在 S 置于“1”位置时，K1 和 K2 均不工作。

使用时，应先接通刀开关 Q，然后再接通 S 来控制电动机 M 的正、反转。将 S 置于“2”位置时，T 二次绕组的 36V 交流电压经 VD1、接地线、大地、VD3、K1 构成回路，使 K1 通电吸合，其常开触头接通，KM1 吸合，电动机开始正转运行，驱动搅拌器（由刮刀等组成）工作。将 S 置于“3”位置时，36V 交流电压经 VD2、接地线、大地和 VD4 加至 K2 上，使 K2 和 KM2 吸合，K1 和 KM1 释放，电动机 M 驱动搅拌器等反向运转。

22. 禽蛋孵化电路

该型禽蛋孵化恒温箱采用温度传感器集成电路（PC616）。温度调整范围在 10~60℃。电路简单使用方便。如图 8-22 所示。

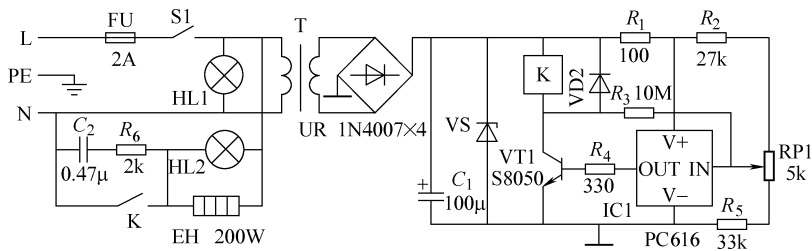


图 8-22 禽蛋孵化电路

工作原理如下。

接通电源，闭合电源开关 S1。变压器 T 次级输出约 12V 交流电，经桥式整流器 UR 整流、电容 C_1 滤波、稳压二极管 VS 稳压后为继电器供电。同时该直流电源经电阻 R_1 限流后，为温度控制电路供电。

电阻 R_2 、电位器 $RP1$ 、电阻 R_3 组成分压电路将温度信号转换为电压信号。改变电位器 $RP1$ 即可调节恒温箱设定温度。刚接通电源时。由于恒温箱内温度低于设定温度，温度传感器集成块 $IC1$ 的 OUT 端输出高电平，晶体管 $VT1$ 导通，继电器 K 受电吸合，常开接点 K 闭合。电加热管 EH 通电发热加温。随着恒温箱内的温度缓慢上升达到设定温度时， IC 的 OUT 端输出低电平， $VT1$ 截止， K 失电释放， K 断开 EH 停止加热。恒温箱内温度下降， IC 的 OUT 端输出高电平， EH 重新受电加热。箱内温度上升达到设定温度时， IC 的 OUT 端输出低电平，如此循环。使恒温箱内的温度保持在设定的孵化恒温温度。

23. 鱼塘增氧提醒电路

在我国农村有许多养鱼塘，大多数利用增氧机，进行人工增氧，但有些使用了自动增氧控制器。在实地对池塘的昼夜溶氧检测与生态结果分析后。由于池塘中溶氧分布随昼夜、位置、深度、天气差别极大。对于鱼塘来说处于低氧状态下的鱼是不能获得高产量的，所以加装报警器是一种投资少、见效快的好方法。

下面介绍一种增氧机报警电路。它可以对鱼塘停电、电动机烧毁、缺相、超负载运行、电动机与水轮脱轴空转的几种情况进行监视报警，提示用户检查。本装置非常省电，可长期连续工作，可靠性很高。

电路如图 8-23 所示，A、B 是增氧机电动机三相电中的两相。T1、T2 是绕在外面的两个电流检测线圈。正常供电时，T1、T2 向 VD1、VD7、 C_1 、 C_4 组成的整流滤波电路供电，在滤波电容 C_1 上可维持一定电压， $RP1$ 、 $RP2$ 为两只电位器， R_1 对缺相、超载、局部短路、电动机烧毁进行报警控制。正常工作时 $RP1$ 触头位置的电位略低于 $IC1$ 的翻转电压， $IC1$ 输出高电平， $IC3$ 输出低电平。 $RP2$ 电位器触头电位略高于 $IC2$ 的翻转电压，同样输出低电平。当超载、局部短路情况出现并且未缺相时， C_1 滤波输出电压升高， $IC1$ 翻转，报警器得电报警并锁定，LED1 发光提示。

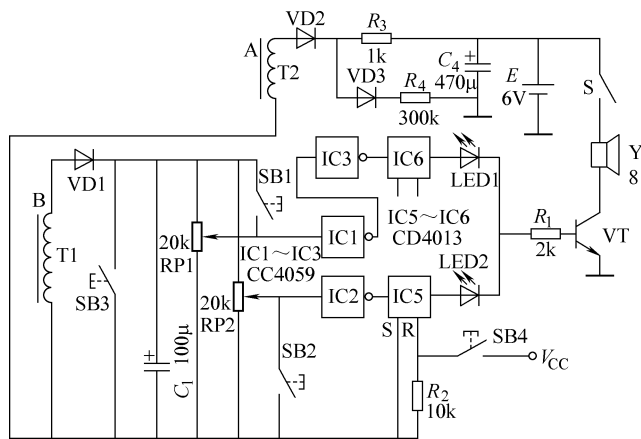


图 8-23 鱼塘增氧提醒电路

当缺相运行时。若缺相的不是该相，由于总电流增大， C_1 滤波电压升高， $IC1$ 翻转触发报警电路，若缺相的是该相， C_1 电容电压为 0V， $IC2$ 翻转向报警部分输出触发电平，发出报警，电动机烧毁的情况下 C_1 电容将失电或电压较高，同样 $IC1$ 或 $IC2$ 将翻转触发报警电路，在实际使用中，这种故障在出现前已经表现出前面的某一现象。此种情况出现较少。

$IC2$ 除对上面的情况进行报警外，还对增氧机脱轴式的轻负载、停电情况进行报警，这是内陆池养最易出的事故。正常时调整 $RP2$ 使 $IC2$ 输入端电压略高于 $IC2$ 翻转电压。当脱轴情况出现时由于负载大幅减轻， C_1 滤波电压下降， $IC2$ 输入端低于触发电压， $IC2$ 立刻翻转， $IC5$ 发出指示报警触发并自锁；在停电的情况下 $IC2$ 输入由高电平变为低电平。同样使输出报警。

$SB1$ 、 $SB2$ 、 $SB3$ 为三只按钮开关，每次打开增氧机时分别按下 $SB1$ 、 $SB2$ 、 $SB3$ 检查报警部分是否报警，对电路进行简单的安全检查，确定各部分是否正常。 $IC5$ 、 $IC6$ 为两个单稳态触发器，当报警情况出现时可快速告知用户故障类型，及时排除。当不能正常复位时，按下 $SB4$ 按钮让 $CC4013$ 两个触发器复位。

电源 E 为 6V 小蓄电池，正常工作时 $VD2$ 可向电路提供数毫安电流补充电路的静态电流消耗。 $IC1 \sim IC3$ 为一块六反器 $CC4069$ ， $IC5$ 、 $IC6$ 为一块双 D 触发器 $CC4013$ ，2.8kW 电动机 $L1$ 绕 250 匝， $L2$ 绕 600 匝。

24. 农村舞台高效扬声电路

农村舞台高效扬声电路适应于春节、集会等大型文艺演出时使用，为了让更多的观众听得清楚明白。

(1) 电路工作原理 该扬声器电路如图 8-24 所示，输入级为传声器 Y ，接收舞台上演员的声音。并通过传声器的音圈转换成电信号，送入变压器 $T1$ 初级进行阻抗匹配，然后由次级输出送入下一级进行音频放大。在放大之前，插入由 $RP1$ 和 C_1 与 $RP2$ 和 C_2 组成的“无源”音频补偿网络，其功能除降低噪声干

扰, 提升高、低音, 后级放大器由 IC1 组成 BTL 功放电路, 输出的音频信号为低阻抗, 输入变压器 T2 进行阻抗变换, 次级输出为高阻抗, 可与扩大机设备的传声器输入端匹配。工作时只要将“JK”插头插入“话筒插口”即可。

该高效率扬声器组装成功之后, 应配上合适的塑料机壳, 其工作电源为 6~9V, 需外接, 也可从扬声器设备上取出。连接传声器、扬声器的线可从音箱专卖店购置专用金属线, 屏蔽层应接地, 输出端连接“话筒输入”所用的“JK”插头线应与扩大机配套。机心内“无源”网络的两个校正电位器 RP1 与 RP2, 调在适当位置, 一次调定用漆封住, 使扬声器音量满意为止。

需要注意: 传声器与扬声器设备的音箱不要安置在同一位置, 防止音频信号“回输”而产生啸叫。如舞台面积一个扬声器不够, 可再增加一个。

(2) 元器件选择 集成电路 IC1

为双功放电路, 型号为 TDA2822。

双列直插 8 引脚。输入级传声器 Y

可选择 5in 规格的, 阻抗为 8Ω。

RP1 与 RP2 为校正电位器。如小型

塑封立式。规格为 3296 型。输入与

输出变压器 T1 与 T2 的匝数比均为

1:10, 用 E19 硅钢片自绕, 一次

(侧) 用 $\phi 0.21\text{mm}$ 漆包线绕 200 匝;

二次(侧)用 $\phi 0.08\text{mm}$ 漆包线绕

2000 匝。其余的电阻、电容数据如

图 8-24 所示。

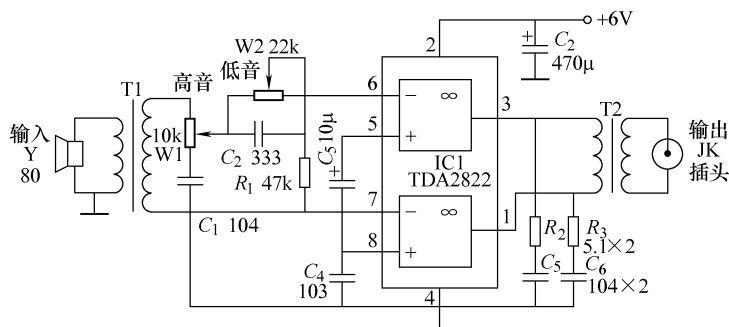


图 8-24 农村舞台高效扬声器电路

25. 土壤含量测量电路

土壤含量测量电路直接测量不同地区土壤的含水量、含盐量、氮量、酸碱度等, 对土壤改良、各类农作物的生长、指导农民科学种田都有重要意义。本例介绍的土壤电子测量电路, 能快速、准确地测试土壤及施肥的具体情况。是一种较为新型而实用的农业电子测量电路。

(1) 土壤含量测量电路的组成 如图 8-25 所示。该土壤含量测量电路由 8098 可编程单片模块、两块

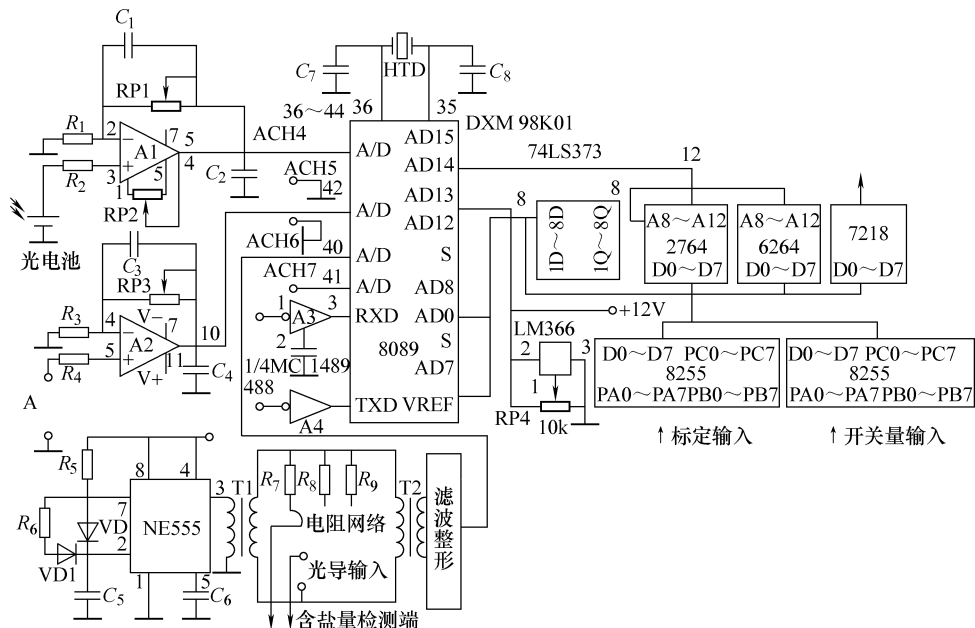


图 8-25 土壤含量测量电路

8255 可编程外设接口电路、6264 静态随机存储器、2764ROM 类存储器、74LS373 8D 锁存器电路、7650CMOS 高阻抗输入运算放大器、CA3140 高阻抗输入运算放大器、NE555 时基电路和 7218 驱动集成电路等组成。

(2) 各种含量的测量 该电路可以测量土壤中各项理化数据, 其中主要有: 氮、磷、钾的含量, 酸碱度、含盐量及含水量等。其中, 对土壤 pH 值和速效钾的测定采用电极电位测量法。电极的电位差由溶液中离子的浓度决定。信号从图中 A 端送入高阻抗的 CMOS 运放 7650。这样便使测量电路的输入阻抗和电极相匹配, 从 7650 同相输入的信号经放大后从⑩脚输出, 输入可编程模块 8098A/D 端⑫脚, 经 8098 处理后的结果送至显示驱动电路 7218 的 D0~D7 端, 驱动显示屏显示测量结果。

1) 对土壤含盐量的测量: 通过对其溶液的电导率来测定的。测得的信号与 NE555 时基电路组成的多谐振荡器产生的振荡信号叠加在电阻与电极组成的网络上。当电极插到不同浓度的溶液中时。因电导值的不同从而使电阻网络的输出值大小也不同。该信号电压经过滤波、整流放大后送到可编程芯片 8098 的 A/D 端⑭脚, 经过 8098 内部电路的运算和处理后从 AD0~AD7 端输出。送至 7218 的 D0~D7 端, 经驱动电路放大后驱动显示器。

2) 对含氮量、含磷量的测量: 采用滤光比色的方法进行。通过光电池将信号送入 CA3140 运算放大器的正相输入端③脚, 经放大后的信号从⑥脚输出, 送至 8098 的 A/D 端的⑮~⑰脚, 完成运算及处理过程, 再送到 7218 显示驱动电路后显示。

3) 土壤含水量的测量: 对水分的测定及称重电路采用高灵敏度的称重传感器, 其结构为应变片式电路。显示采用 4 位高亮度 LED、驱动电路采用 7218。

4) 酸碱度的测量: 该电路可以测量土壤的酸碱度, 如 pH 值为 0~14, 精度 <0.04 。铵态氮: 0~200 $\times 10^{-6}$; 速效磷: 0~1000 $\times 10^{-6}$; 速效钾: 0~1000 $\times 10^{-6}$ 。

26. 农用温度控制电路

如图 8-26 所示, 220V 交流电经变压、整流和滤波后得到 40V 的直流电压。此电压的一部分送到检测电路, 另一部分再分离出 12V、16V、28V 等的电压, 分别作为 NE555、TDA2040、M51209 及 HA17902 等集成电路的供电电压。

(1) 温控电路 在该电路中, 热敏电阻 RT (热敏电阻在某一温度下的阻值 R_T 、材料常数 B、绝对温度 T 之间的关系为 $B=2.3 \times [T_1 T_2 (T_2 - T_1) \log(R_{RT1}/R_{RT2})]$) 放置在大棚的四个角、中央或门旁。当外界温度变化超过规定范围时, RT 阻值发生变化, 电路动作, 实现温控。

(2) 温度测量电路 在温度检测电路 1 中, 取自 R_{105} 的电压分别引入比较器 IC1-1 和 IC1-2, 与标准电压进行比较。在 IC1-1 中, 基准电压 $U=25.8V$ 。温度低于 30℃ 时, IC1-1 输出低电平。当温度升高超过 30℃ 时, 这时 $U+>25.8V$, IC1-1 发生跳变, 输出高电平。在 IC1-2 中, 基准电压 $U+=20V$, 温度高于 15℃ 时, 比较器 IC1-2 输出低电平。当温度降至低于 15℃ 时, $U-<20V$, IC1-2 发生跳变, 输出一个高电平。

温度检测电路 2 的工作原理同上, 标准电压值如图 8-26 所示。

在加热、换气电路中, 如果温度在 20~25℃ 范围内, 则该电路不工作; 当温度低于或高于这个规定值时, 电路动作。调节 RP501 可粗调加热的跳变温度。加热装置可用壁挂式电热毯或电炉子, 换气装置可选用换气扇。

(3) 温度报警电路 温度报警电路主要由或门电路、振荡电路 2 和功率放大电路三部分组成, 其工作原理如下: R_{401} 、 R_{402} 、VD401、 R_{403} 、 R_{404} 、VD402 等组成或门电路, VD403 对或门输出的电压进行稳压。当温度超过 30℃ 或低于 15℃ 时, 温度检测电路输出一跳变信号到或门电路, 在 A 点输出一个 12V 的电压。该电压经 RP401、 R_{406} 对 C_{402} 充电, 当电位上升至 V_{CC} 的 2/3 时, 集成块复位, ③脚输出低电平, 同时内部放电管与①脚相连通, 电容 C_{402} 通过 R_{406} 向⑦脚放电, V_{C402} 下降。当 V_{C402} 下降至 V_{CC} 的 1/3 时, ③脚输出高电平, 放电管截止, 放电结束。然后再开始充电、放电, 形成振荡。放电所需时间 (低电平) 为 $0.7R_{406}C_{402}$ 。充电所需时间 (高电平) 为 $0.7(R_{406}+R_{RP401})C_{402}$ 。周期 $T=0.7(2R_{406}+R_{RP401})A_{02}$ 。③脚输出高电平的占空比, 决定扬声器的音调。TDA2040 是集成功率放大器。 R_{412} 、 R_{411} 构成交流负反馈, C_{408} 是输出电容。

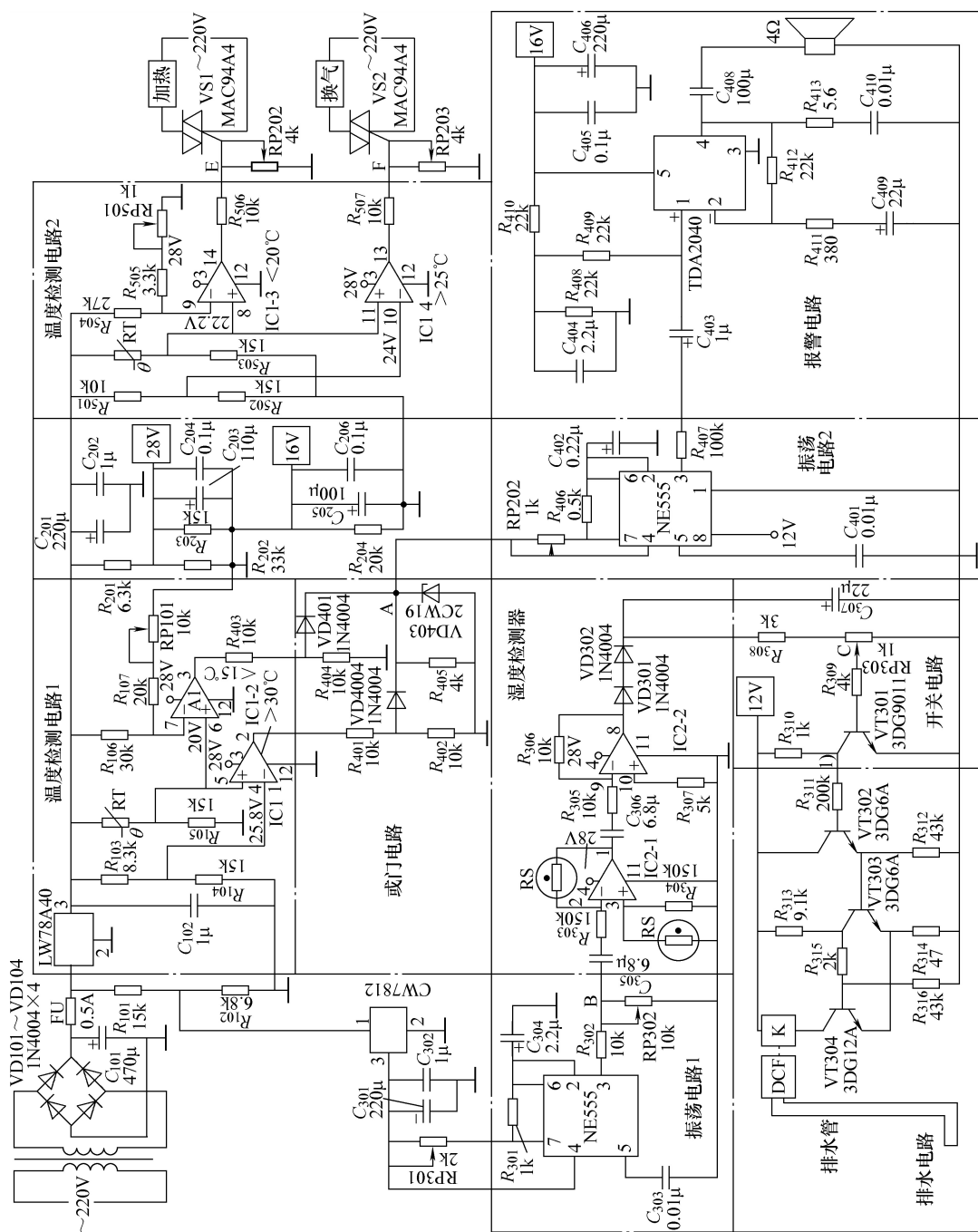


图 8-26 农用温度控制电路

(4) 自动浇水电路 振荡电路 1 的工作原理和振荡电路 2 的工作原理相同。由于湿敏电阻大都工作在交流状态下, 而且要求频率不能超过 1kHz, 所以振荡电路 1 用来产生约 200Hz 的振荡波。由 NE555③脚输出的振荡波在滑动变阻器 RP302 的调制下, 使 B 点的有效输出保持在 2V 左右。RS 为负系数的湿敏电阻。IC2 为单电源工作的运算放大器。电容 C_{305} 、 C_{306} 隔直流通交流。二极管 VD301、VD302 隔断低于 1V 以下的振荡波, 并防止电流倒灌。调节 RP303 使湿度低于 50% 时, D 点为高电位; 湿度大于 70% 时, D 点为低电位。

当湿度较大时, VT301 截止, D 点高电位, VT302 导通, 此时与它的发射极相连的 VT303 也相继导通。由于 VT303、VT304 通过 R_{314} 等组成了射极耦合双稳态电路, 所以此时 VT304 截止, 继电器 K 为释放状态。当湿度降低时, VT301 导通, D 点为低电位, VT302 截止, 于是射极耦合双稳态电路 VT303、VT304 迅速翻转, 使 VT303 截止, VT304 导通, 继电器 K 动作, 其常开触点闭合, 接通电磁阀线圈 DCF 电源, 使阀门打开, 水便经喷水管喷出。当湿度达到一定程度时, VT302 又导通, 促使 VT303 和 VT304 翻转, K 失电, 其常开触点断开 DCF 电源, 电磁阀自动关闭, 浇水停止。

27. 农村广播布线电路

农村有线广播站应建立在广播覆盖面的中心地点, 播音室最好与配电设备以及扬声器分开, 单独占一间屋。安装扬声器电源线、照明线以及备用电源的配电柜设施时, 一定要布线合理, 注意安全, 便于维修。配电盘内的布线首先要装电能表, 然后装照明灯、刀开关、指示灯、电压表、电流表和分路刀开关、插座等, 电路如图 8-27 所示。安装好后, 可把扬声器、录音机、CD 机接在配电盘的插座上, 这时把传声器插入扬声器音频插座上, 即可进行广播。

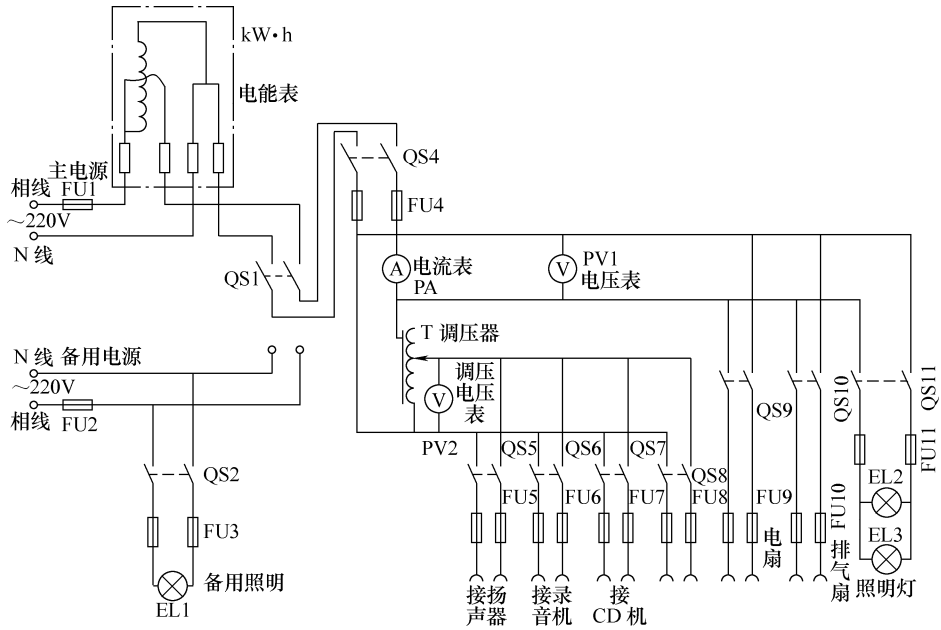


图 8-27 农村广播布线电路

第9章 声光控制电路

1. 手机照相机闪光灯控制电路

图 9-1 是 100~200mA 峰值电流的手机照相机闪光灯电路,采用一只 AAT3110-4.5 的电容式电荷泵芯片,将手机锂电池的电压升压并稳压至 4.5V,向一组发光二极管 LED 提供工作电压和 100~200mA 峰值电流。峰值电流经作为闪光开关的 VF 形成回路。电荷泵的输入滤波电容的电容量为 $10\mu\text{F}$,输出滤波电容的电容量为 $4.7\mu\text{F}$,储能电容的电容量为 $1\mu\text{F}$ 。 R_D 为发光管 LED 的平衡电阻。RP 为峰值电流调节电阻,调节 RP 的阻值可以设定峰值电流的大小。

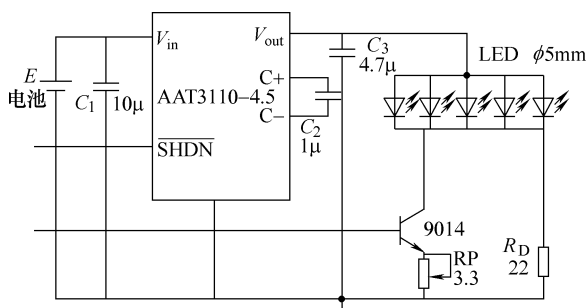


图 9-1 手机照相机闪光灯控制电路

2. 数码照相机闪光灯控制电路

用数码相机拍照,在夜晚或光线较弱时,需要开启闪光灯。增加发光二极管 LED 的数量,可以满足数码相机对闪光亮度和闪光距离的不同要求。图 9-2 是能提供 300~400mA 电流的数码相机闪光灯典型电路。一只 AAT3110-4.5 电荷泵芯片只能提供 200mA 的峰值电流(最大 $I_F = 250\text{mA}/100\text{ms}$),因此需要两只 AAT3110-4.5 电荷泵芯片并联才能输出 400mA 的峰值电流。一只 LED 的峰值为 100mA,因此 400mA 峰值电流能驱动 4 只 LED。闪光停闪期间,由二极管 VD 及 R、C 组成闪光门的 RC 泄放延迟电路。

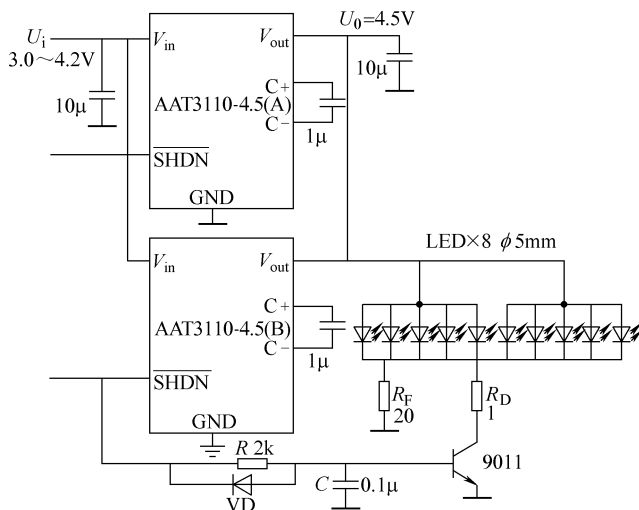


图 9-2 数码照相机闪光灯控制电路

3. 铃声控制电路

学生从早上起床、吃饭、早操、上课……都可以设定铃声的长短来控制,装一个定时器控制铃响时间,如 1s、2s、3s 等便可解决这一问题。其工作原理如图 9-3 所示。要铃响时按下按钮 SB1,此时时间继电器 KT 得电吸合,电铃也同时得电发出铃声,松开按钮 SB1,由于 KT 吸合,KT 瞬时常开触点自锁,直到时间继电器经过调定的时间后(调时间继电器可调到 1min 或根据需要选择调整),其延时常闭触点动作断开,使时间继电器失电释放,KT 常开触点断开,铃声停止。

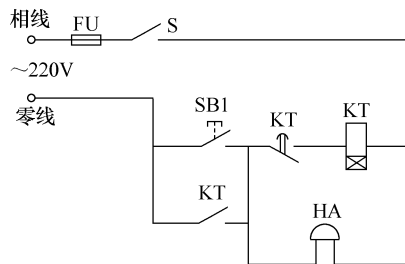


图 9-3 铃声控制电路

4. 鸡场光电控制电路

温度的变化直接影响家禽的产蛋率。以母鸡为例,必须对鸡舍进行合理的光照和温度控制。本例介绍

一种用于鸡舍及其他产蛋家禽的自动光控温控装置。该装置具有光照变暗自动开启照明灯，舍内温度下降自动启动加热器的功能。采用 TWH8778 高速功率开关集成块作为主控元件，简化了电路，适合家禽养殖个体户使用。

(1) 工作原理

1) 直流电源电路：220V 交流市电经电容 C_1 降压，二极管 VD2 半波整流，VD3 稳压 9V，供给控制电路。

2) 光控电路：图 9-4 是本控制器的工作原理图，图中 IC1、IC2 采用了两块新高速电子开关集成电路。当 IC1 的控制端的电压高于 1.6V 时，其导通，否则截止。光控电路传感器由光敏电阻 RG 担任，当有光照时，阻值变小，亮阻 $< 10k\Omega$ ，当其压降低到 1.6V 时，IC1 不导通，②脚输出低电平，继电器 K1 不工作，灯泡 HL 不亮。当天变暗后，光敏电阻阻值变大，其压升高至 1.6V 以上时，IC1 导通，②脚输出高电位，继电器 K1 吸合，电灯发光，为鸡舍增大亮度，同时，发光二极管 LED1 发光，指示处于增加亮度状态。当光线变强后，继电器 K1 又释放，灯泡 HL 也随之熄灭。

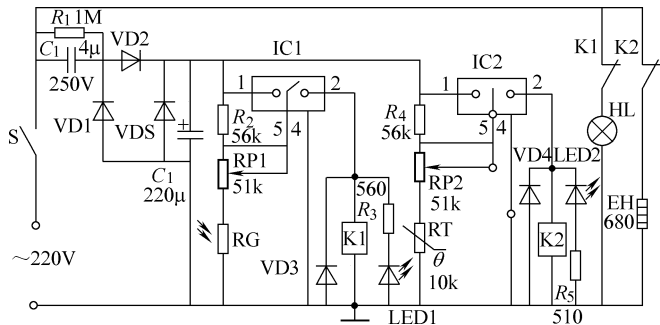


图 9-4 控制电路原理图

3) 温控电路：温控电路由 IC2 等元器件组成。传感器用的热敏电阻 RT 用负温度系数，当温度上升时，其阻值变小，热敏电阻的压降低于 1.6V，IC2 不导通，继电器 K2 不工作，加热器也无电源。当温度下降时，热敏电阻的阻值上升，其压降也上升，当升高到 1.6V 以上时，IC2 导通，继电器 K2 得电动作，接通加热器 EH 的工作电源，为鸡舍加热，同时，LED2 发光，指示处于加热状态。当温度又升高到一定值时，IC2 又截止，加热器停止加热。这样如此不断循环，可保证鸡舍内温度恒定。

(2) 元器件选择与制作 IC1、IC2 选用 TWH8778 高速电子集成开关，VDS 选用 2DW56 稳压二极管，RG 选用亮阻小于 $10k\Omega$ 光敏电阻，RT 选用最大变化值为 $10k\Omega$ 热敏电阻，K1、K2 选用 JRC-21F 型继电器，9V 直流电压继电器。VD1~VD4 选用 1N4001 二极管，LED1、LED2 选用 GaAsP 型的发光二极管。控制电路电路板，也可直接购买现成的。按图焊接组装后，即可进行简单的调试。但由电源电路无降压变压器，因此印制电路板上带有市电 220V，在调试时要十分小心。

5. 电子节拍控制电路

电子节拍器，可以用声响，也可以用闪光来显示节奏，节拍频率可以从每分钟十几次到每分钟一百几十次连续调节。可以用来练习唱歌和演奏，也可以用在暗室中报时用。

电路如图 9-5 所示。在这个电路中，双刀双掷开关 S2 接在扬声器的位置上。电容 C_1 通过扬声器并接在 VT1 的基极发射极上。电容 C_2 通过 R_2 并接在 VT2 的基极发射极上。接通电源开关 S1，电源通过 RP、 R_1 对 C_1 充电。由于 RP 和 R_1 串联的阻值很大，充电很慢。当 C_1 上的电压达到大约 0.7V 时，VT1 导通，电源通过 VT1 集电极发射极又给电容 C_2 很快充电。使 VT2 迅速导通，扬声器发声。

这时候，电容 C_1 经过 VT1 的基极发射极、电源的负端

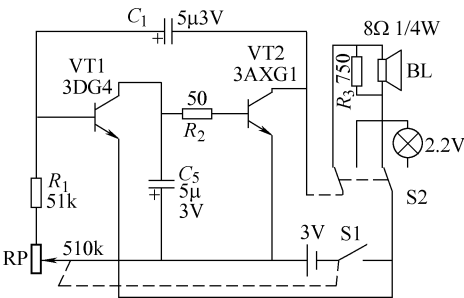


图 9-5 电子节拍控制电路

正端、VT2 的发射极集电极放电。当 C_1 两端的电压下降到很小时，VT1 截止。但是，VT2 还不能马上截止。要等电容 C_2 经过 VT2 的发射极基极、电阻 R_2 放电，两端电压下降到接近于零时，VT2 才能截止。

改变 RP 的阻值，可以改变电源对 C_1 的充电时间，改变节拍频率。如果把 S2 拨到灯泡的位置上，节拍声就变成闪光。

6. 光电跟踪控制电路

如图 9-6 所示，由光电池构成的光电跟踪电路，用两只性能相似的同类光电池作为光电接收器件。当入射光通量相同时，执行机构按预定的方式工作或进行跟踪。当系统略有偏差时，电路输出差动信号带动执行机构进行纠偏，消除偏差，实现自动跟踪的目的。

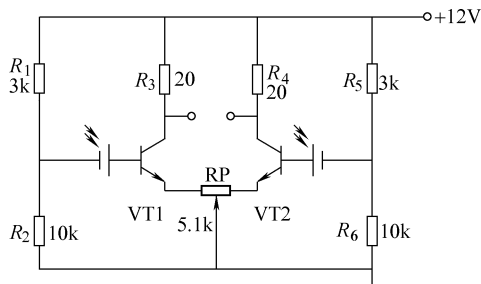


图 9-6 光电跟踪控制电路

7. 光电开关控制电路

光电开关电路如图 9-7 所示。无光照时，系统处于某一工作状态，如通态或断态。当光电池受光照射时，产生较高的电动势，只要光强大于某个设定的阈值，系统就改变工作状态，达到开关的目的。这种开关电路多用于各种控制系统。

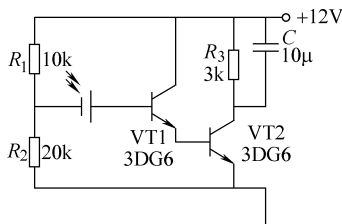


图 9-7 光电开关控制电路

8. 光电池触发控制电路

光电池触发控制电路如图 9-8 所示。当光电池受光照射时，使单稳态或双稳态电路的状态翻转，改变其工作状态或触发器件（如晶闸管）导通。

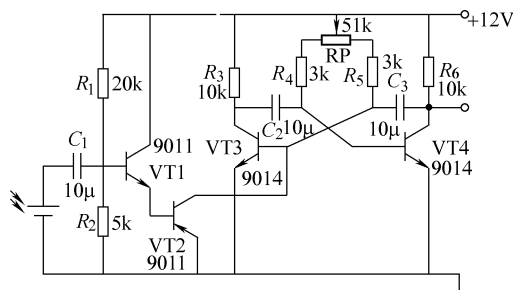


图 9-8 光电池触发控制电路

9. 光电池放大控制电路

光电池放大控制电路如图 9-9 所示。在测量溶液浓度、物体色度、纸张的灰度等场合,可用该电路作前置级,把弱光电信号进行线性放大,然后带动执行机构或二次仪表进行读数或记录。

在上述基本电路中,读者可根据实际的需要,灵活运用。在实际设计中,主要利用光电池的光照特性、光谱特性、频率特性和温度特性等,通过这些基本电路与其他电子电路进行有机的组合,就可实现检测或自动控制的目的。

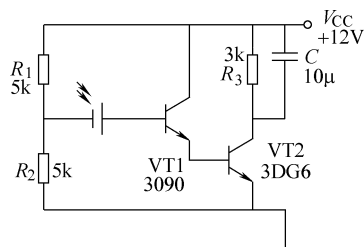


图 9-9 光电池放大控制电路

10. 灯光明暗转换电路

灯光明暗转换器是一个最简单的灯光明暗电路。夜晚听音乐或者看电视,希望把灯调暗一点,就可以使用这个明暗转换电路。

(1) 电路原理说明 如图 9-10 所示,合上开关 S2 的时候,电灯由 220V 交流电源供电,正常发光。断开 S2,合上 S1 的时候,由半波整流电源供电,电灯获得的交流电功率变小,电灯的亮度变暗。

(2) 元器件选择 二极管 VD 的最高反向电压要大于交流电压有效值的 1.5 倍,也就是大于 330V。二极管 VD 的最大整流电流要根据电灯泡的瓦数决定。100W 的灯泡要选用 500mA 的,60W 的灯泡要选用 300mA 的,25W 的灯泡要选用 100mA 的。当然,瓦数小的灯泡选用最大整流电流的二极管是完全可以的。

(3) 调试 电路如图 9-10 所示,一般不用调试就能工作。断开 S2 合上 S1,如果电灯不亮,这可能是二极管内部断路,如果电灯正常发光,这可能是二极管击穿短路。

如果电灯本来已经有开关,可以省去 S1,只要把 S1 处短接就可以了。这时候,合上电灯开关,再合上 S2,电灯正常发光,断开 S2,电灯变暗。

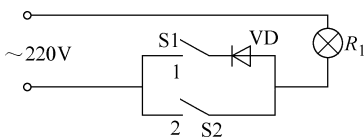


图 9-10 灯光明暗转换电路

11. 开门告知器电路

开门告知器电路如图 9-11 所示,只要有人把门打开,电铃就会响起来,马上把门关上也没有用,电铃仍然响个不停。直到把电路开关 S 断开,铃声才会停止。

(1) 电路原理 门框上安装一只干簧管,干簧管的上方放一小块条形磁铁,使干簧管正好能够可靠吸合。门上再放一块条形磁铁,极性方向和门框上的磁铁相反。关上门时,门上的磁铁的磁场削弱了原来的磁场,干簧管断开。K 是电磁继电器,它有两个常开触点 K1 和 K2。关上门再合上开关 K,由于干簧管断开,继电器如没有电流通过,处于释放状态,常开触点 K1 和 K2 断开,电铃不响。当把门打开时,干簧管吸合,继电器 K 有电流通过而吸合,常开触点 K1 和 K2 接通,电铃响起来。这时把门关上,虽然干簧管断开,但是由于 K1 起自锁作用,继电器仍然有电流通过,电铃响个不停。只有断开开关 SB,切断电源,继电器释放, K1、K2 断开,铃声才停止。

(2) 元器件选择 干簧管选用 JAG-2 型和 JAG-4 型的都可以,它们的触点负载分别是 24V、0.2A 和 12V、0.05A。K 选用包含有两个常开触点的 JQX-4F 型电磁继电器,它的吸合电压是 12V,直流电阻是 450Ω。电铃选用 12V 的。T 选用 12V 电铃变压器。如果 K 选用 JQX-4F 型的电磁继电器,它的吸合电压是 6V,直流电阻是 110Ω,工作时流过的电流比较大,干簧管最好用 JAG-2 型的。另外,电铃和变压器也要相应改成 6.3V 的。门框上的磁铁选用磁性小的磁铁,比如铅笔盒上的,或者耳机里的。门上的磁铁选用磁性强的磁铁,比如舌簧喇叭的磁钢等。

(3) 安装和调试 装配干簧管和门框上的磁铁时。使用万用电表欧姆档,红黑表笔分别接在干簧管的

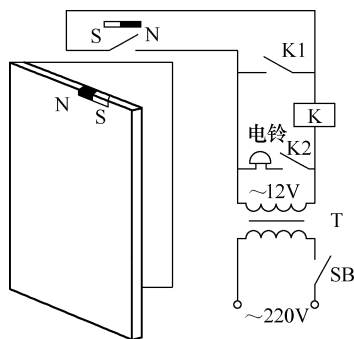


图 9-11 开门告知器电路

两个管脚上。门框上磁铁 A 逐渐靠近干簧管，使干簧管刚能可靠吸合为止。做一块厚度合适的小木块，垫在干簧管和磁铁 A 之间，用胶纸把它们卷紧。然后，把卷在一起的干簧管和磁铁 A 安放在门框上，把门上的磁铁安放在对应的门顶上，接好电路，关好门，做最后的调试。如果合上开关 SB，电铃就打响，这可能是门上的磁铁的极性放反，或者放的位置不合适。也有可能常开触点 K1 或者 K2 接通了。

如果打开门，电铃就响，再关上门，电铃就不响，这可能是常开触点 K1 不起作用了。直到打开门电铃打响，再关上门电铃仍然响，只有断开开关 S，电铃才不响，这样就算调试好了。

12. 双向电子音乐门铃电路

双向电子音乐门铃电路如图 9-12 所示。当甲地按下双档按钮 SB1 时，电源相线经过 SB1、单根外线并通过乙地的 SB3 按钮的常闭触点与乙地的零线形成通路，此时乙地电铃发出响声。由于在按下甲地按钮 SB1 的同时，双档按钮 SB1 的常闭点断开，故本地（甲地）电铃不能得电发出响声。同样，当按下乙地的按钮 SB3 时，只有甲地电铃得电发出响声，乙地（本地）电铃不发出响声。此电路只有一根外线，具有节约导线、线路简单等优点。安装时，甲地与乙地所接的相线应为同一相线。如一端为 U 相，另一端为 V 相，则当两端同时按电铃时，将造成 U、V 两相短路。

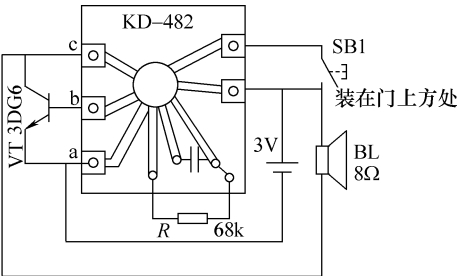


图 9-12 双向电子音乐门铃电路

13. 石英钟声电路

KD-3252 是一种振荡频率为 32768Hz 的模拟石英钟专用 CMOS 集成电路。它由振荡器、分频器电路，输出控制电路和输出缓冲器组成，如图 9-13 所示。

特性参数（见表 9-1）：

- 1) 用 1.5V 电池供电；
- 2) 电流消耗极小（典型值 1.2μA）；
- 3) 每秒输出 1 个脉冲来驱动电动机。两种脉冲宽度可选择：31.2ms，46.8ms。
- 4) 闹输入脚接 V_{SS} 时，闹输出脚则有 2048×1Hz 信号输出。

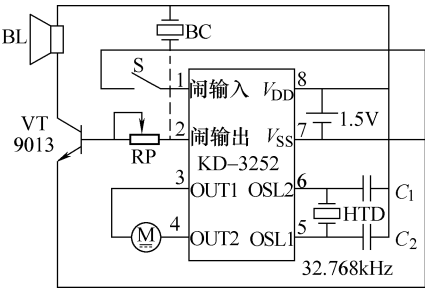


图 9-13 石英钟声电路

表 9-1 参数表

项 目	参 数
电源电压	-1.7~+3V
振荡输入/输出电压	0~ V_{DD}
输出短路时间	未规定
工作环境温度	-10~+60℃
储存温度	-10~+125℃

说明：电容 C 在 5~45PF 范围内调节。
闹输出可以直接用蜂鸣片（HTD）发音，加一级功放推动扬声器。
图中 R 根据情况可省去。

14. 节约水电红外控制电路

随着科学技术的发展，将不卫生的触摸感应开关控制方式改为非接触式感应控制方式的智能电路已是大势所趋。所谓智能就是能自动辨别水池旁是否有人需要用水，当用水者靠近水池时，水龙头就自动放水，当你洗完手离开时，水会自动关闭。同时，照明灯延时数分钟后会随之熄灭。本电路的功能是：

- 1) 能在用水者靠近水池后过 2~3s 才给水，这样可以避免过往行人在水池旁经过的瞬间供水。
- 2) 当用水者离开水池的瞬间即关水。
- 3) 白天不管是否有人洗手，灯泡均不亮。
- 4) 夜晚有人一到水池，即开灯照明。
- 5) 夜晚用水者离开水池数分钟（时间可调）熄灯。

(1) 工作原理 电路如图 9-14 所示。

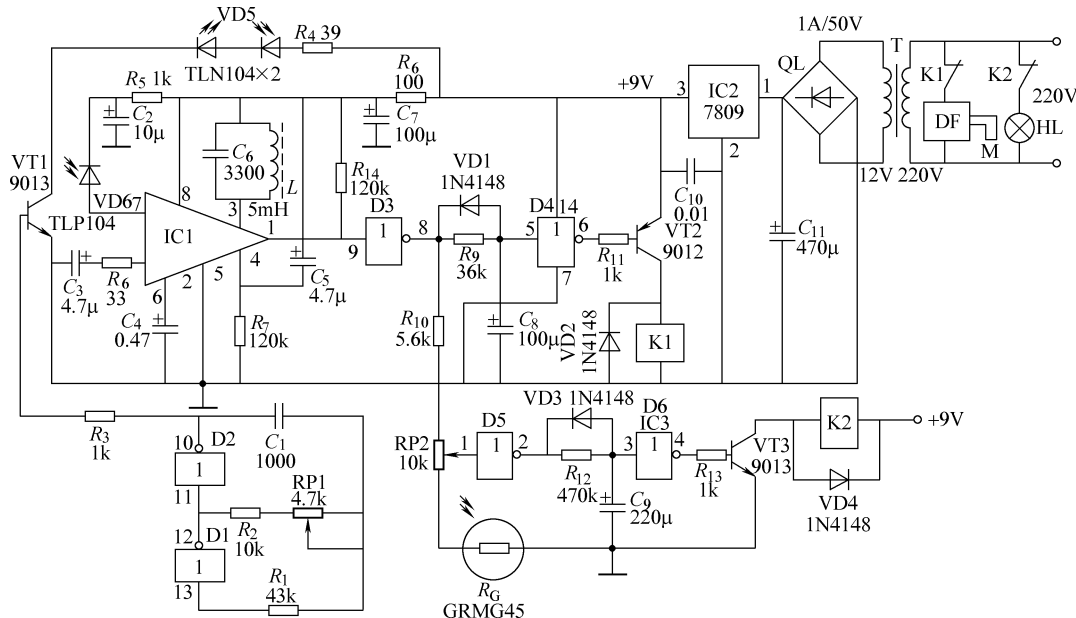


图 9-14 节约水电红外控制电路

1) 电源电路：电源电路由降压、整流、滤波、稳压电路组成。

2) 红外振荡器及红外发射电路：图中，反相器中的两个非门 D1、D2 以及外围的 R_1 、 R_2 、 $RP1$ 、 C 构成自激多谐振荡器，其振荡频率由下式计算： $f=0.445/(R_2+R_{P1})C_1$ ，本例使用的振荡频率为 38kHz。该振荡器输出的方波经 R_3 限流，再经过晶体管 VT1 放大去推动 TLN104 红外线发射管 (VD5)，并使其发射出经调制的红外光辐射波。

3) 红外接收与放大解调电路：假设这时无人洗手，则发射的红外光经空间辐射出去而不会反射到红外接收管 VD6 上，则电磁阀 YV 处在静止状态。当有人洗手时，情况则相反。这时，由于发射管与接收头安装在间距约 20cm，夹角为 60° 左右的水池平板上，所以红外线可以通过人体折射回到接收管 VD6 的端面上，经 VD6 输入到红外线专用接收的集成块 IC1 内，使其内部的选频放大器选频放大、检波以及整形后，便由①脚输出低电平，再由反相器 D3 反相输出高电平。

4) 供水延时电路：由反相器 D3 反相输出高电平，一路送到放水电磁阀的鉴别电路 R_9 及 C_8 进行延时，电容 C_8 经 R_9 充电，被充至电源电压 $2V_{CC}/3$ 时（设置 2s 的延时电路是防止有人经水池旁通过的一瞬间使电磁阀 YV 误动作而放水），反相器 D4 便输出低电平，晶体管 VT2 饱和导通，继电器 K1 吸合，常开触点 K1 亦闭合，接通电磁阀 YV 的工作电源，使电磁阀吸合，给洗手者供水。

5) 光敏控制照明电路：D3 输出的另一路高电平经 R_{10} 送至 D5 的检测点 RP2 中心触点上，若为白天的话，则光敏电阻 RG 受到光照而使其阻值降到 $1k\Omega$ 以内，这样即使 D3 输出高电平，但是该电压经过电阻 R_{10} 、RP2、光敏电阻 RG 分压并适当调整微调电阻 RP2 的动触点，使非门 D5 的输入电平处在 $V_{CC}/3$ 以下，因而它的输出仍为高电平，再经反相器 D6 的翻转输出低电平，促使晶体管 VT3 截止，继电器 K2 不动作，其触点 K2 不闭合，照明灯不亮。

晚上，光敏电阻无光照，阻值为暗阻（几乎无穷大），即相当于开路，此时当 D3 输出为高电平时，非门 D5 的输入电平高于阈值，故 D5 输出低电平，非门 D6 则输出高电平，晶体管 VT3 饱和导通，继电器

K2 吸合, 常开触点 K2 亦吸合, 灯泡 HL 得电点亮为洗手者提供照明。当洗手者用完水离开后, 红外接收管接收不到 VD5 (TLN104) 发出的信号, 非门 D3 则输出低电平, 电容 C_8 上的电荷经二极管 VD1 迅速泄放, 即晶体管 VT2 立刻由饱和转入截止状态, 继电器 K1 释放, 其触点 K1 打开, 即电磁阀 YV 在人离去的瞬间迅速关闭停水。电阻 R_{12} 及电容 C_9 的值选得较大, 非门 D5 即使在人离去的瞬间翻转输出高电平, 而二极管 VD3 反偏截止, 电容要经电阻 R_{12} 缓慢地充电, 约 3min 后待 C_9 上端电压充至 $2V_{CC}/3$ 时, 才转为低电平, D3 失去基极偏压退出饱和而截止, 继电器 K2 释放, 触点 K2 打开, 灯泡 HL 自动熄灭。

6) 驱动执行电路: 驱动执行电路主要由继电器 K1 吸合, 常开触点 K1 亦闭合, 接通电磁阀 YV 的工作电源, 使电磁阀吸合, 给洗手者供水, 也接通照明电路, 使灯泡 HL 发亮。反之, 继电器常开触点断开, 切断电磁阀和照明电路, 停水熄灯。

(2) 元器件选择 IC1 选用 μ PCI373 红外专用前置放大与选频的集成块。IC2 选用 LM7809 三端稳压集成块, 其稳压值为 +9V。IC3 (D1~D6) 选用 CD4069, 亦可采用国产同类型的 C033。VD5 选用 TLN104 型红外发射管; VD6 选用 TLP104 型红外接收管。VT1、VT3 选用 9013 晶体管, VT2 选用 9012 晶体管。VD1~VD4 选用 1N4148 二极管。光敏电阻要求其亮阻小于 $1k\Omega$, 暗阻大于或等于 $1M\Omega$, 如 GRMG45 等。L 选用市售成品件, 其电感为 5mH, 如需自制时, 可用直径为 0.08mm 漆包线在收音机中周骨架上绕 300 匝而成。电阻均用 1/8W 的碳膜电阻, 其阻值如图 9-14 所示。K1 和 K2 采用工作电压为 9V 的单触点直插式小型继电器。电磁阀应按自来水管的直径而选配, 其工作电压为交流 220V。

(3) 安装与调试 电路的印制电路板如图 9-15 所示。安装时应注意的是, IC1 的灵敏度很高, 为防外界的磁场干扰, 印制电路板与外接的元器件之间应用导线连接。连线焊好后将印制电路板用铁皮全部屏蔽起来。光敏电阻应安装在阳光和灯光不能直接照到之处为妥。红外接收窗口最好加装一片合适的红色滤色片。经过上述技术措施后, 电路会更加可靠。

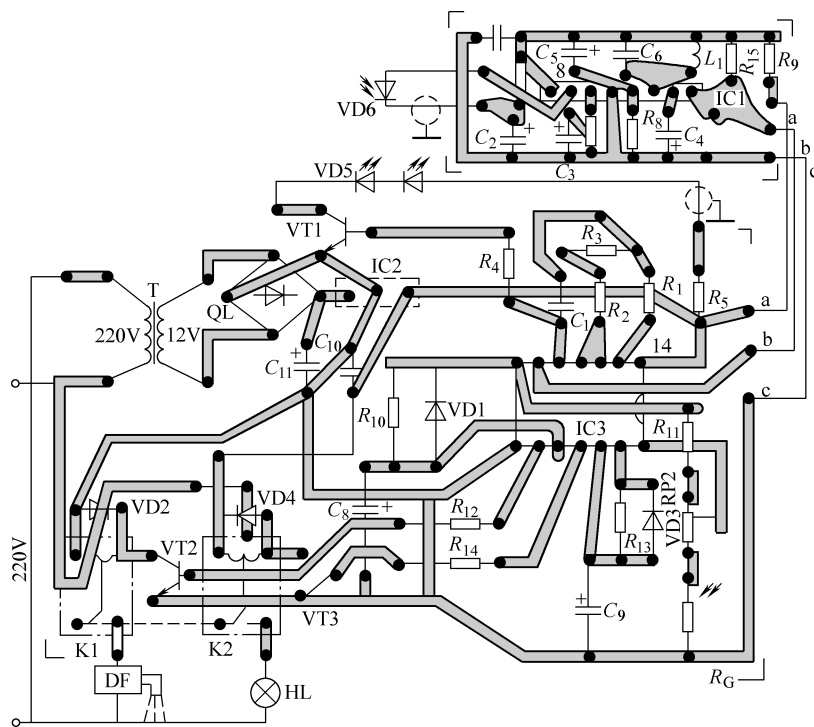


图 9-15 印制电路板

15. 集光、磁、触摸控制为一体的遥控器

本例介绍集光控制、磁控和触摸控制为一体的照明开关控制电路, 即三种控制方式均可分别控制同一盏灯。本电路可用于家庭、楼道、公共场所的节能灯, 也可用于控制其他负载以及往复运动机械限位自动

控制等。

(1) 电路工作原理 本电路由交流电源, 变压、整流、滤波、三端稳压; 光控、磁控、触摸控制; NE555 转换电路, 负载等部分组成, 如图 9-16 所示。

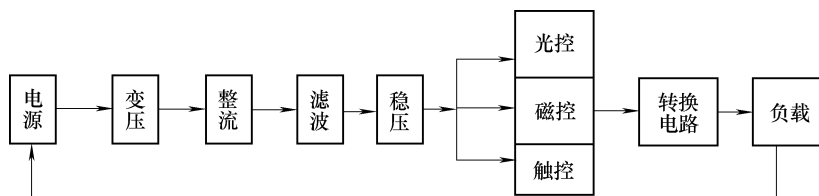


图 9-16 电路组成框图

图 9-17 为“三控”一体的节电开关电路原理图。通电后三控开关处于守候状态, IC (NE555) 输出低电平, 继电器 K 无电, HL 不亮。

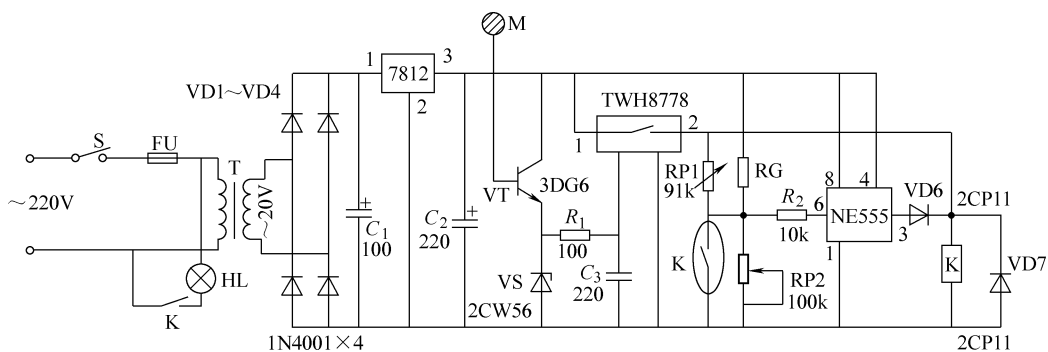


图 9-17 电路原理图

1) 光控原理: R_G 为光敏电阻, 在强光线照射下, 是低电阻, 光电流大, 经 R_4 使⑥端为高电平, 约 7.8V, ③端为低电平, 则灯不亮。无光照时 (夜晚), 光敏电阻 R_G 暗电阻很大, 暗电流很小, 使 NE555 的⑥端为低电平, 约 1.8V 左右, 则③端为高电平, K 有电, 则并在 T 一次上的常开触点 K 接通, HL 点亮。

2) 磁控原理: 磁控电路采用磁簧管, 受到磁力的作用, 弹簧片吸合, 短接 RP2, 使 NE555 的⑥端为低电平, 约 1.2V 左右, 则输出端③端为高电平而导通, 使继电器 K 线圈有电, 常开触点 K 接通电灯 HL 亮。

3) 触摸式控制原理: 人体所发出的电信号频率范围 0~5kHz, 输出电压为微伏至毫伏级, 是一个很弱的电压, 经示波器观察, 还有多种谐波成分。人用手触摸金属片 M 时, 相当于给 VT 基极提供一个信号, 经电流放大后, 送到 TWH8778 大功率驱动开关集成电路, 使 NE555 的⑥端为低电平, 则③端为高电平, 以后工作状态同前。所以日常使用时, 用手一触摸即亮, 也可以作报警用。

(2) 元器件选择 变压器 T 为 200V/20V; K 选用 JRX-13F, 直流电压为 12V; S 选用开关式按钮, 其他元器件如图 9-17 所示。

(3) 制作与调试 根据图 9-17 所示的电路原理图, 可在市场购买行列式印制电路板, 按照原理图一一对应顺序焊接元器件, 变压器固定在机壳底板上。电源开关 S、金属片 M, 光敏电阻、干簧管 K, 固定在前面板上。熔断管固定在后面板上, 电源进线接灯泡, 出线均从后面板上打孔引入或引出。

本电路只要元器件质量合格, 焊接无误, 一般都能正常工作。调试时, 先接通电源开关 S, 分别对三个开关电路进行操作, 用万用表测量各关键点电压, 有条件可用示波器观察各点波形。调整 RP 值即可改变延时时间。本电路控制方式多样化, 以低电压控制高电压, 且工作稳定、可靠、响应迅速, 无误动作。已制作样机, 使用良好。

16. 晶体管声控放大电路

(1) 原理 图 9-18 是一种两级直接耦合晶体管放大器, 第一级放大管 VT1 的集电极电压 U_{c1} 就是第二

级放大器 VT2 的基极电压 U_{b2} 。直流工作点的稳定, 是通过 VT2 发射极电阻 R_F 取得, 反馈电压 U_F 与流过 R_F 的电流成正比, U_F 通过 R_b 与 R_F 的分压后加到 VT1 的基极。该电路的电压放大倍数等于两级放大倍数的乘积。电路工作的稳定的反馈过程如下所述: 当 VT2 的发射极电流增大时, U_F 升高, 经 R_b 和 R_F 分压, 使 U_{b1} 升高, VT1 这就使 VT2 导通程度减低, 流过发射极电阻 R_F 的电流减小, 电路恢复正常工作, 达到稳定工作的目的。

晶体管直接耦合式电压负反馈放大电路, 不仅具有很高的电压放大倍数, 而且工作性能稳定。

在电路中, VT1 的发射极电阻 R_{e1} 未加旁路电容, 表明其不仅有直流负反馈作用, 而且有交流负反馈作用。这种负反馈电路虽然损失掉一部分放大倍数, 得到的却是电路工作的稳定。VT2 的发射极电阻分为两部分, 其中的 R_{e2} 加有旁路电容 C_3 , 使其仅有直流负反馈而无交流负反馈。

(2) 元器件参数选择 VT1、VT2 选用 9014, β 值为 20~60; 其他元件见图 9-19 上标注。为了使电路工作稳定可靠, 提高信噪比, 静态工作点的参数通常选: I_{e1} 取 0.5~1mA; I_{e2} 取 1~2mA。各管集电极电压降通常选取 2~4V, 基极电位为 3.5~6V, 硅管 V_{be} 取 0.7V, 锗管为 0.3V; 其他参数按照所取工作电流和所选用的工作电压计算选取。

17. 场效应晶体管声控放大电路

图 9-19 为场效应晶体管声控放大电路, 由于晶体管的输入阻抗低, 仅有 $1k\Omega$, 因此需要信号源提供一定的信号电流才能工作。而场效应晶体管则不然, 它是一种电压控制器件, 在正常工作范围内, 栅极 G 几乎不取电流。场效应晶体管具有极高的输入阻抗 ($10^7\Omega$)、噪声低、动态范围大和很高的放大倍数, 用它组成的电压放大器通常只用一级即可满足要求。因此广泛应用于各种电子电路中。

场效应晶体管分结型和绝缘栅型两种, 本节主要介绍结型场效应晶体管。

图 9-19 是一个栅极分压式共源极放大电路, 类似于图 9-18 中的 VT1 晶体管的共发射极放大电路。其工作原理分析如下: 和晶体管放大电路类似, 首先必须始终保持栅 (G)-源 (S) 和栅 (G)-漏 (D) 两个 PN 结处于反向偏置状态 (对于 N 型管), 漏极电流 I_D 随着栅极电压 U_G 的变化而变化, 如果漏极电阻 R_D 很大, 则可以得到很大的电压变化, 从而实现电压放大。它的栅极偏置电阻不是为它的栅极取得偏置电流, 而是得到栅极偏压。为此在电路中, 它的偏置电阻常用可调电阻 RP, 便于在电路调整中取得合适的静态工作点时栅极偏压。

场效应晶体管应用时应注意: 场效应晶体管与普通的晶体管使用方法相仿, 它的 G、D、S 与晶体管的 b、c、e 一样对应连接外电路元件, 测量时手不要接触器件电极以免产生偏压, 改变测量电阻值。还应注意, 场效应晶体管应工作在避光处, 整机外壳应接地。

18. 红外线控制调光电路

接收电路如图 9-20 所示, 当红外接收管接收到发射器发出的遥控信号后, 经 KA2184 处理后由脚输出低电平。这一低电平直接加到 VT 的基极, 使其导通, 它的集电极输出的电流在 R_4 上端形成一个高电平输出。这一高电平通过 R_6 加至 LS7232 调光电路的辅助输入端 (⑥脚), 作为调光的控制信号。

这是一个红外遥控调光电路, 当它的 ⑥脚输入触发信号后, 它的 ⑧脚就会连续输出控制双向晶闸管导通脚的控制脉冲, 使双向晶闸管的导通角在 $41^\circ \sim 160^\circ$ 之间变化。随着双向晶闸管导通角的变化, 电灯也由暗变亮或由亮变暗, 从而实现了电灯的调光控制。

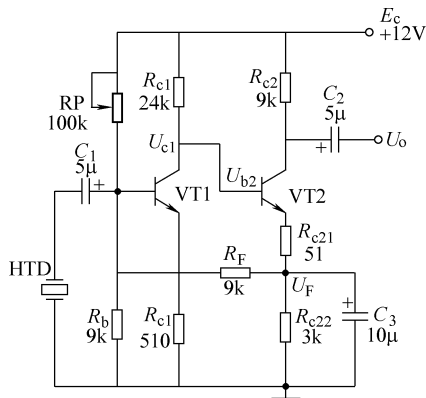


图 9-18 晶体管声控放大电路

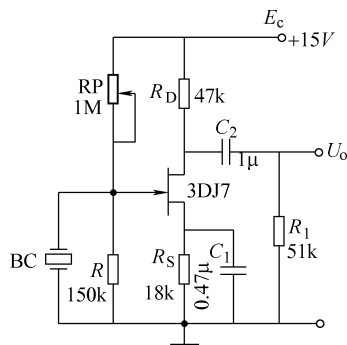


图 9-19 场效应晶体管声控放大电路

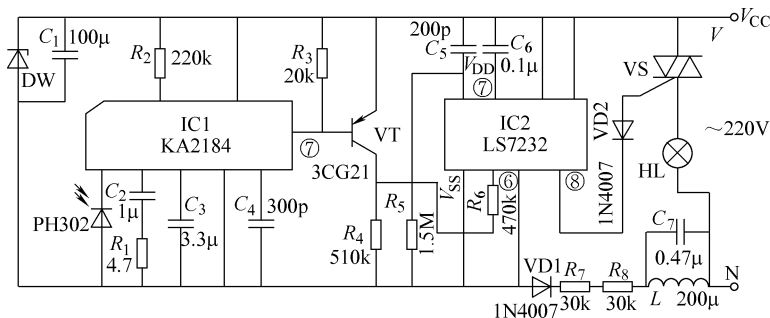


图 9-20 红外线控制调光电路

在调光过程中,当需要电灯由暗变亮时,可按住遥控器的发射按键不断发送控制信号。这时可以看到电灯在逐渐变亮,当达到所需亮度时立即松开发射按键,这时电灯的亮度便停留在这个位置上。如果连续按下去,电灯又会由亮逐渐变暗,直至熄灭。

需要注意的是:LS7232 是一种 PMOS 型集成电路,因此它的电源极性与常用的 CMOS 电路相反,即它的 V_{DD} 电源端应当接电源的负极,而 V_{SS} 端则应接电源的正极。

本电路电源仍采用交流供电、电容 C_7 降压、二极管 VD1 半波整流。与其他电容降压的供电电路不同的是,该电源的降压电容 C_7 并联了一只 $220\mu\text{H}$ 的电感,它的作用是用来吸收 LS7232 所产生的谐波,防止它通过电源线干扰其他用电器。

19. 声控报时电路

本报时器要求声控,可通过击掌或跺脚声响来达到对室内的报时器进行遥控报时,它不需手来操作,对于残障人士尤为实用、方便。

如图 9-21 所示,本电路采用 SK-II 专用声控集成电路组成,具有电路简单、灵敏度高、制作容易等特点。这里把 SK-II 内部的电路接成两级输入放大形式,此种接法对抗干扰很有好处,不至于一有声响,电路就触发。在传声器 MIC 拾取到一个频率较高、响声较大的声音,如击掌、跺脚声后,传声器 MIC 将声频转换产生出一个微弱的音频电信号,信号通过 C_1 送入 IC 的①脚进行反相放大,再送入 IC 的③脚进行同相放大,由④、⑤脚上的外接电容 C_3 选频、整形后使内部 T 触发器触发。于是在 IC 的⑨脚上出现一个高电平,并通过 R_4 、 C_4 、 R_5 组成的微分电路使得 VT 瞬间饱和导通。依靠 C_4 的放电,VT 在极短的时间内维持导通后就截止。由于 VT 发射极和集电极并接在时钟开关两端,因此在 VT 导通的同时,时钟内部的电路被接通并报时间。

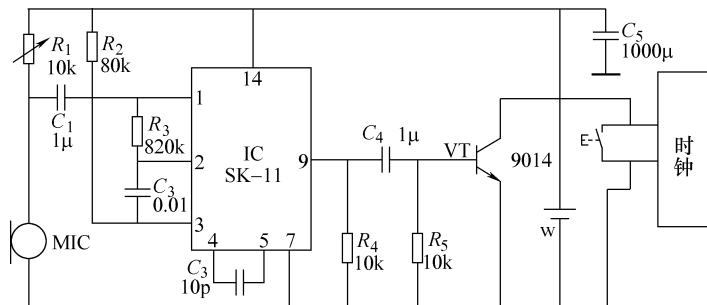


图 9-21 声控报时电路

20. 光控夜光照明电路

使用带色发光指针式壁挂石英钟,夜晚方便观看时间,晚上一眼即可看出石英钟上指针所指的时间。电路工作原理如下:

如图 9-22 所示, 220V 交流电经电容 C_1 降压、稳压管 VS 稳压、二极管 VD 整流、电容 C_2 滤波后给 IC (NE555) 提供约 3.3V 的直流工作电压。

IC 接成光控施密特触发器。夜间室内无光, 光敏电阻 R_G 阻值很大, IC 的②与⑥脚电位低于 $V_{DD}/3$ (V_{DD} 为 3.3V 电源电压), IC 置位, ③脚输出高电平。发光二极管 LED1~LED4 发光, 由于 LED1~LED4 分别固定在石英钟的 12 时、3 时、6 时、9 时四个点处, 因此可对石英钟起到夜光照明的作用。白天的自然光或晚间未睡觉前室内的灯光使 R_G 阻值很小, 于是 IC 的②与⑥脚电位高于 $2V_{DD}/3$, IC 复位, ③脚为低电平, LED1~LED4 处于熄灯状态, 以节约电能。

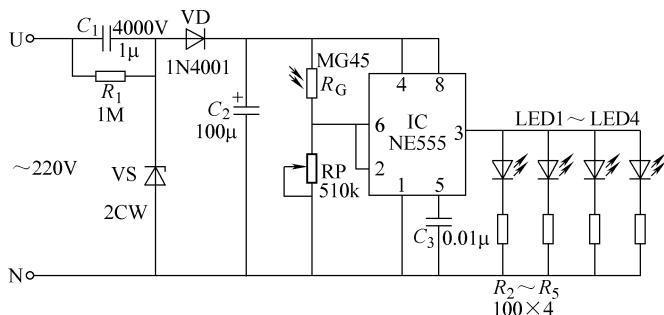


图 9-22 光控夜光照明电路

21. 光电闪烁灯电路

在夜间进行道路施工时, 通常要在施工现场设置并开启红色的警示灯, 以确保行人与车辆的安全。本节介绍的警示照明灯控制电路具有光控和闪烁两种功能, 在夜间该电路能控制警示灯自动开启, 并使其工作在闪烁状态, 白天则能自动关闭。

工作原理如下: 电路如图 9-23 所示, 该电路采用了“NE555”集成电路芯片与相关外围元器件组成了一个典型的间接反馈型可控式超低频振荡器, 其振荡频率 $f=1.443/\left[(R_{RP1}+2R_2)C_3\right]$, 其工作与否受其④脚电位的高低所控制。光敏电阻 R_G 与 R_3 一起构成了光控电路, 以实现对环境光线的自动检测, 并控制着 IC1 的④脚电位。IC1 的输出直接控制晶闸管 VS 的导通与截止。VTH 则通过插座直接控制着警示照明灯的亮、灭。 C_1 、VD1、VD2、 C_2 等元器件构成了一个典型的电容降压式供电电路。可为控制电路提供 12V 的直流工作电源。

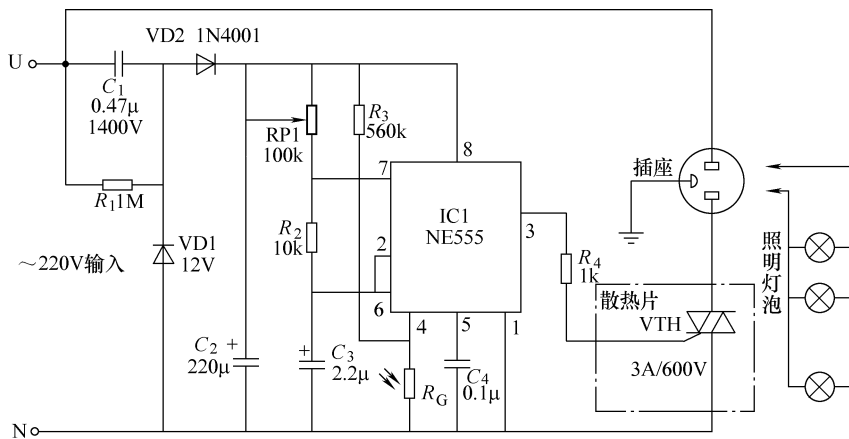


图 9-23 光电闪烁灯电路

在白天, 由于环境光线较亮, R_G 受光照射, 阻值较小, 与 R_1 分压后, 使 R_G 两端电压低 (接近 0V), 使 IC1 的④脚被钳位于低电平, 超低频振荡器停振, 此时 IC1 的③脚输出为低电位, VTH 阻断, 警示灯不亮, 电路处于静止状态。

当夜幕降临后, 由于照射 R_G 的光线逐渐减小, 其阻值就随之逐渐变至最大 (约为 $2M\Omega$), 与 R_3 分压后, 使 IC1 的④脚电位逐渐为高电位 (约为 10V), 则超低频振荡器起振工作, ③脚输出端电位开始周期性地发生高、低变化。当其输出为高电位时, VTH 导通, 灯亮; 当其输出为低电位时, VTH 阻断, 灯灭, 这样警示灯的亮灭受超低频振荡器所控制, 工作于闪烁状态, 完成在夜间使警示灯自动闪烁的功能。调节 RP1 可以改变超低频振荡器的频率, 也就可以改变警示灯自动闪烁的频率。当天色渐渐亮起来时, 随着照

射 R_G 的光线的增加, R_G 的阻值又随之逐渐变至最小 (约为 $10k\Omega$), 则振荡器停振, IC1 的③脚恢复输出为低电位, VTH 阻断, 警示灯不亮, 电路恢复到静止状态。依此原理, 电路将会自动随环境光线的控制循环工作下去。

22. 光电控制烘手电路

电路工作原理如下：

电路如图 9-24 所示。平时, 光电传感器 BG 中发射管发出的脉冲光因无移动物体(手)反射 BG 的接收头, BG 输出级(黑线)呈现低电平, 开关管 VT 截止, 继电器 K 不动作, 电热丝不工作, 整个电路处于静候状态。

当有人需烘手时,靠近光电传感器的手将 BG 发射管发出脉冲光反射给 BG 内的接收管经传感器内部判断和 BG 输出级(黑线)为高电平,开关管 VT 饱和,继电器 K 动作,辅助触点 K 闭合后,电热丝发出的热量,经电风扇吹出把湿手吹干,手离开后,电路恢复静态。

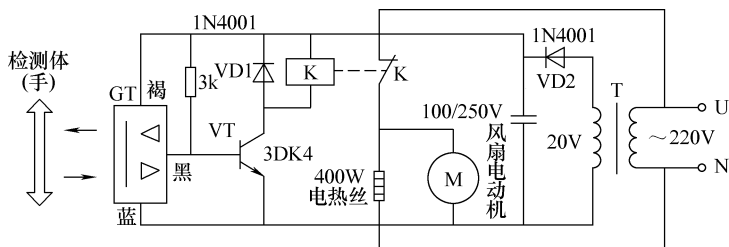


图 9-24 光电控制烘手电路

23. 光电控制温度电路

电路采用了 μ PC616 温度传感器集成电路。它是一种将热敏元件和线性化处理集成的 IC，从而用它制成的温控电路简单、准确度高。温控范围宽（10~60℃），完全可以应用于家禽孵化等设备上，加之成本较低、安装调试方便，很适合应用于农村电器设备中。

电路如图 9-25 所示。温度由图中电位器 RP 设定, 当环境温度低于温控设定温度时, 温度传感器 IC 的输出电压较高, 足以使晶体管 VT 导通, 促使继电器 K 吸合, 加热丝通电工作。当环境温度高于设定温度时, IC 输出电压很低, 使 VT 截止, 继电器释放, 加热丝停止供电。

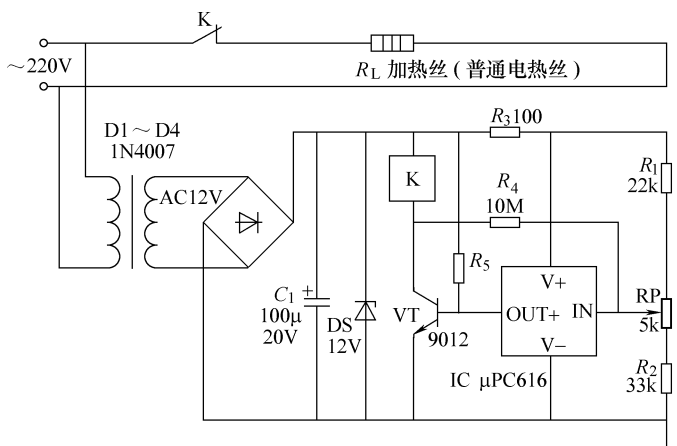


图 9-25 光电控制温度电路

这样反复不断，使温度稳定在设定值上。

24. 光电控制鸟鸣电路

工作原理如下。

如图 9-26 所示,该电路由 IC1 (NE555) 构成单稳态定时电路,用 3DU5 光敏晶体管接收光线,当有光束通过 3DU5 的透光窗口时,3DU5 导通,触发 IC1 的②脚变为低电平,故③脚为高电平输出,使 IC2 得电。由于触发端与电源负极直接相连,故 IC2 受到负脉冲的触发而工作,因而在扬声器 B 中就发出一阵鸟鸣声。同

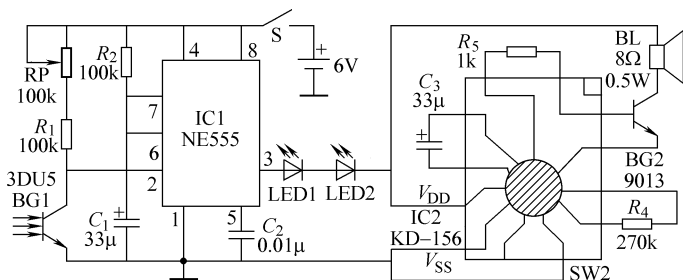


图 9-26 光电控制鸟鸣电路

时 LED1 和 LED2 也点亮, 犹如两只小眼睛闪闪发光。这种状态根据图中元器件的选用约持续 4s。如果要延长鸟叫时间, 增大 R_2 或 C_1 即可。IC2 是一片 KD-156 软包装的音乐集成电路芯片, 内存有两种声音, 一种是“叮咚”铃声, 另一种是鸟叫声, 只要将触发端接为负触发式就是鸟叫声, 制作时应注意。

25. 光电控制玩具车电路

电路工作原理如下: 电路如图 9-27 所示, 两个光敏电阻 RG1 和 RG2 分别置于玩具车前后窗, 平时 RG1 和 RG2 受光强度基本相同。VT1 截止, VT2 导通, 继电器 K 的常开触点吸合, 电动机正转。当 RG1 受光强度高于 RG2 时, 光控音乐集成电路工作。音乐信号一路经 VT1 放大后推动置于车顶的压电片 BC 发声。此时, C_2 经 VD2 及 VT1 的 ce 极放电, VT2 截止, K 释放, 常闭触点闭合, 电动机反转。另一路则经 VD1、 R_1 向接于 IC 触发端的 C_1 充电, 电路自锁。只有当 RG2 受光强度高于 RG1 时, C_1 经 RG2 放电, IC 停止工作, VT1 截止, VT2 导通, K 又吸合, 电动机正转, 该电路还可用手电筒控制。

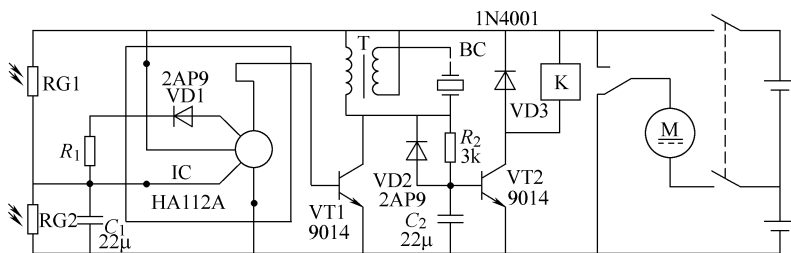
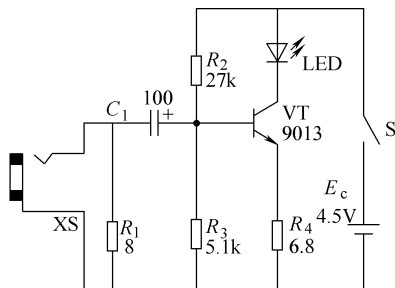


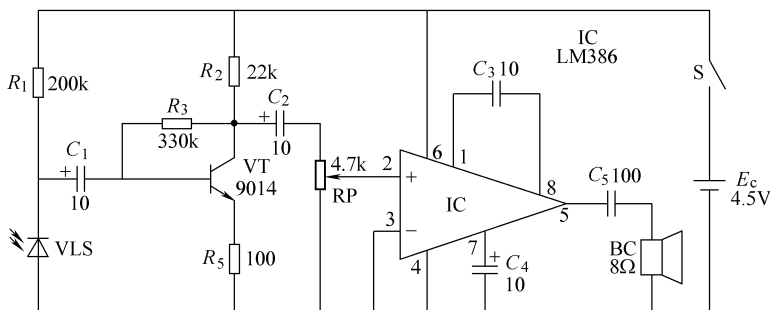
图 9-27 光电控制玩具车电路

26. 光电声转换电路

电路工作原理如下: 本电路是将电-光、光-电-声两个简易的转换电路用光导纤维连接, 用于实验演示。图 9-28a 表示电-光转换电路。从收音机、随身听等音源的耳机插孔输出的音频信号由插座 XS 输入,



a) 电-光转换电路



b) 光-电-声转换电路

图 9-28 转换电路

由VT放大后驱动LED发出受音频电信号调制的光信号,完成电-光转换。电路中 R_1 的作用是使电路的输入阻抗与收音机、随身听等音源的输出阻抗匹配。

图9-28b表示光-电-声转换电路。LED发出的光信号经光导纤维传输后由光敏二极管VLS接收,VLS将接收到的光信号转换成微弱的电信号。此电信号经由晶体管VT等元器件组成的前置放大器放大后再送入LM386集成电路进行功率放大,推动扬声器BL还原出声音,实现光-电-声的转换。电路中RP是音量调节电位器。

27. 光电控制电话灯电路

夜间使用电话,如果有光线照明,会觉得很方便,本例介绍的光电控制电话灯电路解决了这个问题。工作原理如下:如图9-29所示,本电路可以实现以下功能:

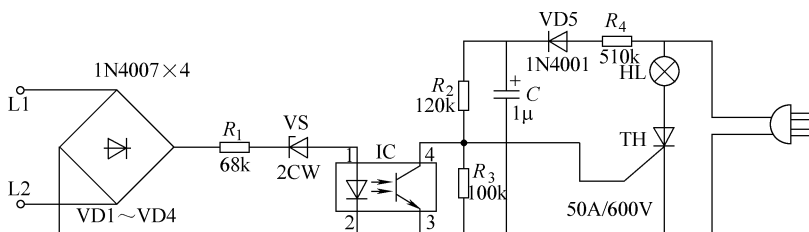


图 9-29 光电控制电话灯电路

- 1) 拨号照明:提起送话器,灯即亮,可当做拨号照明灯。
- 2) 提醒挂机:打完电话挂机,如果灯不熄灭,说明送话器未放好,可提醒正确挂机。
- 3) 盗打警示和外线断线提示:当家中未打电话而灯亮,可提起送话器,听听是否有声音,如有话音,说明有人正盗用你的电话线路;如无声息,则可能是外线断线。
- 4) 来电提示:老人耳聋,听不到振铃声,当看到电话灯在闪亮时,即可知有人打电话来了。

L1、L2接到电话机接线盒的电话外线上(同电话机并接),由于VD1~VD4的接入,L1、L2可不分正负极。挂机状态时,馈电电压为48V左右,经 R_1 限流,使VS击穿,光耦合器IC内发光二极管导通,光敏晶体管饱和,晶闸管无触发电压而阻断,灯HL不亮。

当有电话来时,25Hz/90V左右的振铃电流经VD1~VD4整流成脉动直流,使光耦合器IC不断导通和截止,晶闸管VTH亦不断导通和阻断,灯泡随之发出闪烁光。摘机时,高内阻的馈电电压马上跌到低于12V,VS不能击穿,光耦合器IC截止,其④脚电压上升,晶闸管VTH触发而导通,灯泡HL点亮。为延长灯泡的使用寿命,同时也为了省电,VTH采用单向晶闸管。这样,灯泡HL点亮时两端电压仅有115V。

平时灯泡不亮时,电路几乎不耗电。

28. 光电控制天气预报电路

电路如图9-30所示。晴天空气湿度小,头发干燥收缩,提起薄纸板使光耦合器接收管收到发射管的信号,LED不发光;在雨雪将至时,空气湿度变大,头发吸湿变长,使薄纸板向下转动,使接收管收到发射管的信号,LED闪烁发光。由NE555和 R_1 、 R_2 及 C_1 组成约2Hz的时钟脉冲发生器。以此来预报天气是晴天还是雨雪天气。

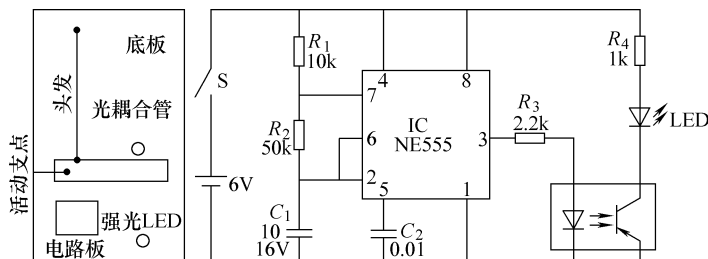


图 9-30 光电控制天气预报电路

29. 光电故障寻迹器电路

光电故障寻迹器可以为业余无线电爱好者检修收音机、录音机及扬声器等音响设备提供方便。当遇到音响设备的直流电流、直流电压基本正常,但故障表现为无声、音轻、声音失真、噪声大等一系列复杂情况时,往往单凭万用表来判断是困难的,但充电故障寻迹器可以顺利找到故障原因。

图 9-31 是故障寻迹器电路。从探头拾取的高频或低频信号,经 C_1 耦合到 VT1 的基极,VT1 本身不仅对信号具有放大作用,还具有对高频信号的检波作用,检波后的残余高频信号经 C_2 旁路到地。由于高频扼流圈 LC 对低频信号所呈现的阻抗很小,因此无论是检波后的信号还是从探头直接输入的低频信号都能顺利地加入到下一级。

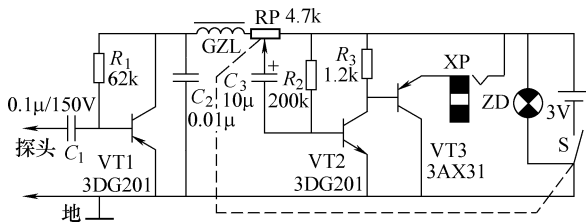


图 9-31 光电故障寻迹器电路

为了防止输入信号过大时产生过载失真,电路中设有音量电位器 RP,以控制输入信号的大小。 C_3 为隔直电容,VT2、VT3 为复合放大管,放大后的音频信号由耳机输出。

30. 光电转换计数电路

(1) 电路工作原理 当对传送带上的啤酒瓶进行计数时,首先应把运行的玻璃瓶转换成脉冲信号,然后将脉冲信号(每个瓶产生一个脉冲)送至计数器进行自动计数。图 9-32 所示电路就是一种玻璃瓶计数器的光电转换电路。

当传送带上没有玻璃瓶时,3DU 光敏晶体管受光直射呈低阻,光电流很大,VT1 截止,这时 VT2 饱和,VT3 截止。在玻璃瓶遮光的瞬间,光敏晶体管呈高阻, I_{b1} 增大,VT1 饱和, V_{c1} 从 +5V 下降到 0V,这个负跳变经 RC 微分得到一个负脉冲,触发单稳态电路,使 VT2 截止,VT3 导通。单稳态电路经一段时间又自动回到原来状态,得到一个较宽脉冲,这就避免一个瓶由于闪光等造成多个信号的现象。

D1~D5 组成积分整形电路,这也是个单稳态电路,它能将上述较宽的脉冲变窄,以适应计数的要求。

因玻璃瓶透明,使光敏晶体管的光电流和暗电流变化范围较小,为使 VT1 可靠饱和、截止,可仔细反复地调节电位器 RP。

(2) 元器件选择 VT1~VT3 都选 3DG6, $\beta \geq 50$ 的晶体管。D1~D5 选 74LS00 型“与非”门集成电路。 R 与 R_{c1} 的值要根据每个瓶的遮光时间来确定,可按 $CR = 2t$ (t 为遮光时间) 计算。其他元器件型号参数如图 9-32 所示。

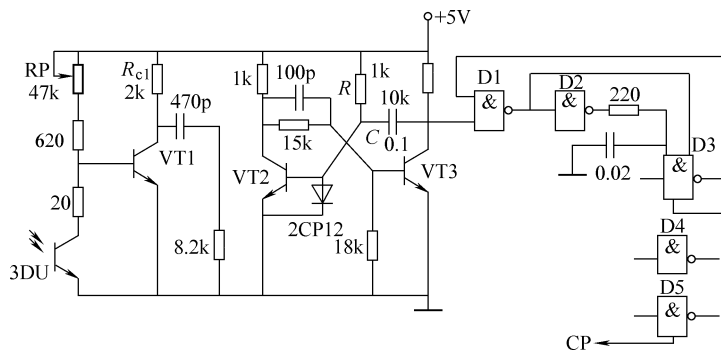


图 9-32 光电转换计数电路

31. 光控灯笼电路

新春佳节,红红的大灯笼给节日增添了不少喜庆吉祥的气氛。但绝大部分的灯笼都是靠人工手动开关,使用不便。其实,电子爱好者只要做一个实用的光控自动开关,就可使灯笼在天黑时自动点亮,天亮时自动熄灭,完全实现自动开/关功能。

工作原理如下:电路原理如图 9-33 所示。 R_1 、 R_2 、VD1、VD2、 C_1 、 C_2 构成 12V 电源,为整机提供电源电压,NE555 及外围元件组成带延时的施密特触发器。电路中 RG 为光敏电阻,用于检测周围环境的亮度。黄昏时,周围环境的亮度逐渐变暗,RG 的阻值也随之变大,IC1 的②和⑥脚电位逐渐降低,当电位低于 $V_{cc}/3$ 时,IC1 的③脚输出高电平,双向晶闸管 VTH 被触发导通,灯笼中的灯得电被点亮。到了早晨,天空渐渐变亮,RG 的阻值逐渐变小,IC1 ②和⑥脚的电位逐渐升高,当电位高于 $2V_{cc}/3$ 时,③脚输

出低电平，VTH 截止。灯笼中的灯熄灭。因 NE555 及外围元件构成的施密特触发器的回差电压达 $V_{CC}/3$ ，所以在临界亮度附近时，可以消除灯的闪烁发光现象。同时，为了避免节日的夜晚燃放烟花、焰火时使周围亮度发生急剧变化而使灯出现亮/灭闪烁现象，电路中特地加了延时电容 C_3 。

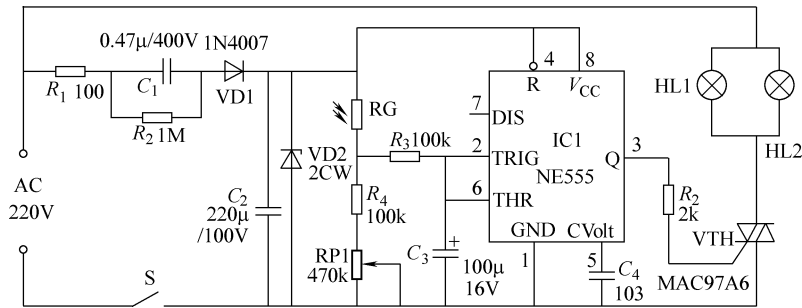


图 9-33 光控灯笼电路

32. 光控音乐集成电路

KD-154B 是 CMOS 大规模音乐 IC，可直接驱动蜂鸣片发音，外接光敏电阻即有光控效果。它既可作普通音乐 IC 使用，又可作光控提醒器、告警器、光控玩具、工艺品等如图 9-34 所示。

- (1) 特性
 - 1) 工作电压范围 (2~3.6V)；
 - 2) 静态耗电极小；
 - 3) 内设 RC 振荡器；
 - 4) 内设预放大直驱蜂鸣器；
 - 5) 几种应用电路可供选择 (光控或非光控)。
- (2) 主要电气参数 见表 9-2。

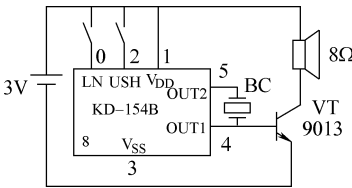


图 9-34 光控音乐集成电路

表 9-2 最大额定参数

项 目	符 号	数 值
电源电压	$V_{DD} \sim V_{SS}$	$-0.3 \sim +0.5V$
输入电压	V_{in}	$(V_{SS} - 0.2V) \sim (V_{DD} + 0.2)V$
工作环境温度	T_A	$-20 \sim +80^{\circ}C$
贮存温度	T_{stg}	$-55 \sim +125^{\circ}C$

33. 光电调光调温电路

电路如图 9-35 所示。此装置一般由智能晶闸管模块、温度控制器 (仪表、PLC、微机) 及温度检测部分组成。

此系统广泛用于阻性负载的调温、调光，配合外围温控器 (如微机、仪表、PLC 等)，控制精度可在 $\pm 0.2\%$ 以内。适合于各种热工窑炉 (如辊道窑、隧道窑、梭式窑、网带窑、电阻炉等)，用于耐火材料生产、陶瓷加工、供暖设备、舞台调光、路灯节能控制等工业控温场合，同时具有性能稳定、可靠性高、安装检修方便、体

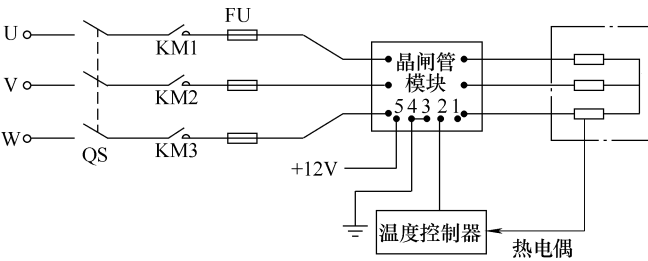


图 9-35 光电调光调温电路

积小、节能节材等诸多其他同类产品所不具有的优点。

34. 自动控制加湿器电路

自动控制加湿器可用于家庭的环境湿度控制,也可以用于禽类养殖场的孵化室或幼禽舍湿度控制。当湿度低于 50% 时,能使加湿器自动工作,保持在一定的湿度环境,对人与动物的健康都有好处。

(1) 电路组成 自动控制加湿器电路由电源电路、湿度检测、指示电路和湿度控制电路组成,如图 9-36 所示。电源电路由电源变压器 T、整流桥 UR1,滤波电容 C_1 、 C_2 、电阻 R_8 ,发光二极管 LED 和三端稳压集成电路 IC1 (LM7812) 组成。

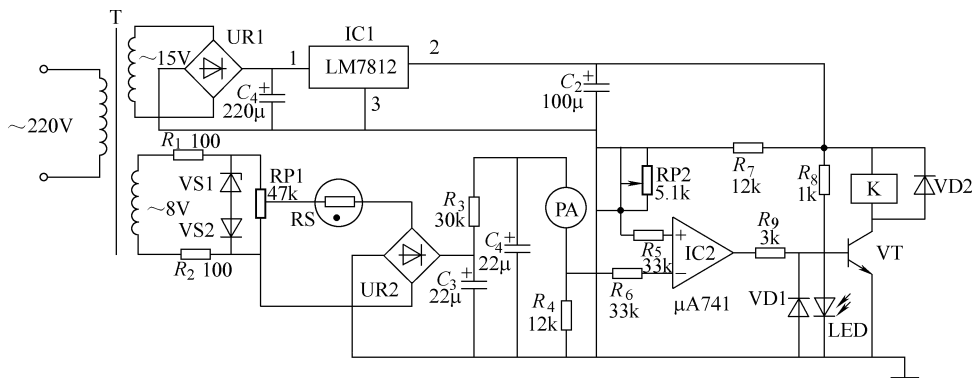


图 9-36 湿度控制器电路

湿度检测与指示电路由电源变压器 T 降压 8V、电阻 $R_1 \sim R_4$ 、稳压二极管 VS1 与 VS2、电位器 RP1、敏感电阻 RS、整流桥 UR2、电容 C_3 与 C_4 和电流表 PA 组成。

湿度控制电路由运算放大器 IC2 ($\mu A741$)、电阻 $R_5 \sim R_7$ 与 R_9 、二极管 VD1 与 VD2、晶体管 VT 和继电器 K 组成。

(2) 电路工作原理分析 交流 220V 电压一路经 T 降压、UR1 整流、 C_1 滤波及 IC1 稳压后,产生 +12V 电压供给湿度控制电路,同时将 VL 点亮;另一路经 T 降压、 R_1 和 R_2 限流及 VS1、VS2 稳压、削波变成平顶式交流电压。此交流电压经 RP1 调整取样、RS 降压及 UR2 整流变成直流电压,再通过 C_3 、 R_3 和 C_4 滤波限流后,加至电流表 PA 上。RS 的阻值随着湿度的变化而变化。环境湿度越高,RS 的阻值越小,流过 PA 的直流电流就越大。

在湿度较低时,流过 R_4 的电流也较小,IC2 因反相输入端的电压低于正相输入端的基准电压而输出高电平,使 VT 导通,K 吸合,其常开触点接通,使加湿器通电工作。随着空气湿度的不断加大,RS 的阻值也开始逐渐增大,IC2 反相输入端的电压也不断上升。当湿度达到设定湿度时,IC2 因反相输入端电压高于其正相输入端电压而输出低电平,使 VT 截止,K 释放,其常开触点将加湿器的工作电源切断。如此反复地工作,即可使环境湿度控制在设定的湿度范围内。

(3) 元器件选择

$R_1 \sim R_3$ 均选用 1W 金属膜电阻; $R_4 \sim R_9$ 选用 1/4W 碳膜电阻或金属膜电阻。

RS 选用 MS01B 型湿敏电阻,在环境湿度为 70% 时,其阻值为 40k Ω 左右。

RP1 和 RP2 均选用多圈电位器。

C_1 选用耐压值为 25V 的铝电解电容; $C_2 \sim C_4$ 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容。

VD1 $\sim$ VD5 均选用 1N4001 型硅整流二极管;VD6 选用 1N4148 型硅开关二极管。

VS1 和 VS2 均选用 1/2W 或 1W、6.2V 的硅稳压二极管,例如 2CW14、1N4735 等型号。

LED 选用 $\phi 3\text{mm}$ 的发光二极管。

UR 选用 1A、50~100V 的桥式整流器。

VT 选用 C8050 或 8050 型硅 NPN 晶体管。

IC1 选用 LM7812 型三端稳压集成电路;IC2 选用 $\mu A741$ 型运算放大器集成电路。

K 选用 4098 型 12V 直流继电器。

T 选用 3~5W、二次电压为 8V 和 15~17V 的电源变压器。

PA 选用 50mA 电流表。

(4) 电路调试 电路安装完毕后, 先接通加湿器的工作电源, 将室内空气湿度调整在 50% 左右, 然后接通湿度控制器电源, 调节 RP1, 使 PA 的指针指在 $10\mu\text{A}$ 刻度上, 在表盘上将这一刻度标注为 50% 湿度。

再分别将空气湿度调整到 60% 和 70%, 在 PA 的表盘上相应的点依次标注为 60% 湿度和 70% 湿度。

将加湿器连接在控制电源插座上, 先调节 RP2 的阻值, 使 VT 导通, K 吸合, 加湿器工作, 此时可见 PA 的表针偏转角度开始增大。当指针指至 65% 湿度处时, 再微调一下 RP2, 使 K 释放, 加湿器停止工作。再反复细心调节两次, 使 PA 的指针稳定地指在 65% 湿度左右即可。

35. 智力竞赛数字抢答器电路

图 9-37 所示为抢答器原理图, 图中将时基电路 555 的高电平触发端⑥脚和低电平触发端②脚相连, 构成施密特触发器。若加在②脚和⑥脚上的电压超过 $2V_{\text{CC}}/3$ 时, ③脚输出低电平; 若加在②脚和⑥脚上的电压低于 $V_{\text{CC}}/3$ 时, ③脚输出高电平。当主持人按下开关 S, 施密特触发器得电, 因 4 个抢答键 SB1~SB4 都没有按下, 处于开路状态, 晶闸管 VTH1~VTH4 的控制端无触发脉冲, VTH1~VTH4 处于阻断状态。

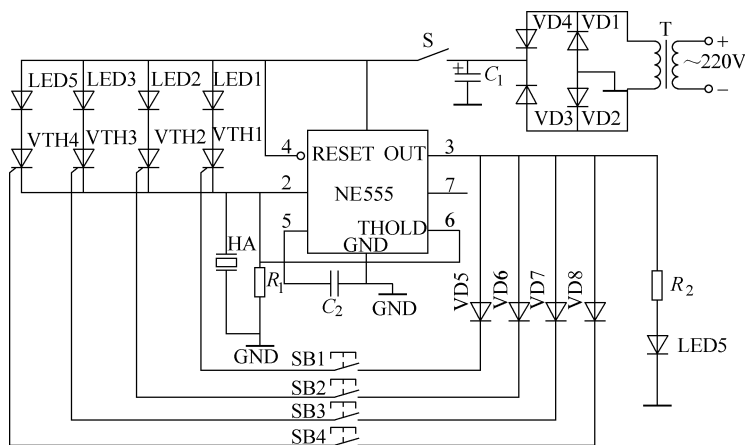


图 9-37 智力竞赛抢答器电路

按下 SB1~SB4 其中一个, 假如 SB1 最先被按下, 作用于晶闸管 VTH1 的控制端, VTH1 导通, 红色发光二极管 LED1 发光, +9V 电源通过 LED1 和 VTH1 作用于 555 的②脚和⑥脚, ②脚和⑥脚变为高电平, 蜂鸣器 FB 得电压发出提示音响。施密特触发器翻转, ③脚输出低电平。因③脚输出为低电平, 所以此后再按下 SB2~SB4 时, 也没有触发电压送入 VTH2~VTH4 的门极, VTH2~VTH4 维持关断状态, LED2~LED4 不亮。LED1 独亮, 说明按 SB1 键者抢先成功。

最后主持人将开关 S 打开, 复位晶闸管, LED1 熄灭。进行下次抢答前, 主持人重新闭合开关 S, 抢答器又处于等待状态。为保证某一键最先按下后, 相应的 LED 发光, 而稍后再按其他键, 其他的 LED 都不亮, 电路特在输出端③脚和轻触开关之间增加了二极管 VD5~VD8, 以保证晶闸管可靠截止。

36. 儿童玩具机器猫电路

本产品具有机、电、声、光、磁结合的特点, 通过制作本产品完成 EDA (电子设计自动化) 实践的全过程训练过程, 由学生完成从电路原理仿真验证、印制电路板设计制造直到元器件的检测、焊接、安装、调试的产品设计制造全过程, 达到培养同学们工程实践能力的目的。

图 9-38 所示为机器猫的原理电路, 它是声控、光控、磁控机电一体化电动玩具。主要工作原理: 利用 NE555 构成的单稳态触发器, 在三种不同的控制方法下, 均给以低电平触发, 促使电动机转动, 从而达到了机器猫停走的目的, 即拍手即走、光照即走、磁铁靠近即走, 但都只是持续一段时间后就停下, 再满足其中一条件时将继续行走。

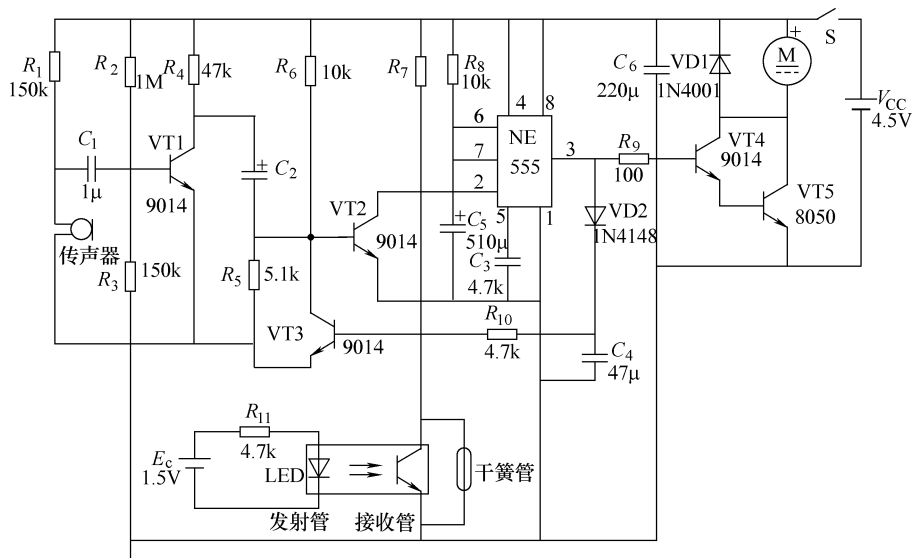


图 9-38 儿童玩具机器猫电路

37. 摩托车闪光灯电路

人们都希望摩托车有个转向闪光灯，如果自己动手装一个转向闪光灯既经济又给自己带来方便。图 9-39 所示是它的原理电路，电路结构简单，取材容易，闪光频率稳定可靠，转向闪光灯同样适用于自行车、电动车。

晶体管 VT1 的 $\beta=30\sim40$ ，大了易停振，VT2 的 $\beta=50\sim100$ 即可。电源可采用四节 5 号电池串连。RP 为电位器，调节它可改变闪光频率。K 可采用 JRX-4 型继电器，也可以自制。

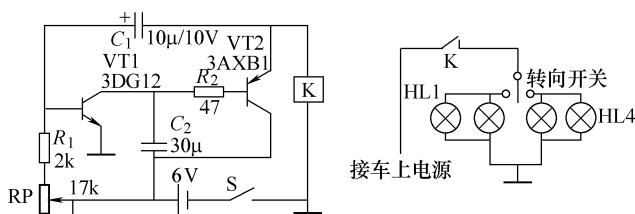


图 9-39 摩托车闪光灯电路

38. 光电选纸机电路

很多场合，为了找寻存在于均匀物体表面的某些污点、孔洞及非均匀杂质，不得不用人眼，这既花时又费力，而且效率很低。为此，人们用光电器件来代替人工劳动，寻找异物。由于光电器件的响应速度快、光谱适用范围宽广、可以长时间地连续工作，从而大大提高劳动效率，并将人们从繁重的劳动中解放出来，为工业自动化开辟了道路。

图 9-40 是光电选纸机示意图。此台机器用来检查纸张上存在的尘埃、浆块、折痕、油斑或孔洞等造成次品的杂物。对于上述缺陷的检验，一般有两种方法。一为扫描法：用一光点或光束，以一定的速度，在整个纸面上进行扫描。当扫描光点遇到异物时，它的反射光的强度将发生变化，此变化就是异物所造成的信号，把信号进行放大、读数或传给处理装置。二为非扫描法。在整个纸张的宽度上并行排列一定数量的光电器件。光也不再是一个点，而是平行于纸张宽度的一条光带，当纸张上出现异物时，对应于此异物的光电池上所受到的反射光就发生变化，就有信号输出。这种非扫描的排列式结构，省去了扫描系统。但是，却要用几十只光电器件排列成与纸张宽度相对应的尺寸，并且要有与每一个光电器件相对应的前置放大器。图 9-41 是这种放大器的电路原理图。

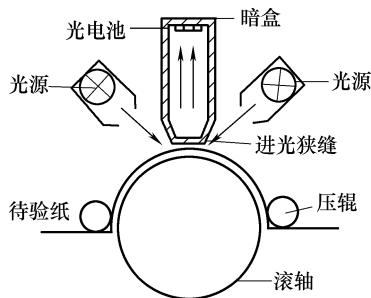


图 9-40 光电选纸机示意图

当纸张上的黑点或任何异物进入图 9-40 中进光狭缝下端时,硅光电池上的反射光将产生微小的变化,在光电池的负载电阻 R_1 上产生一个脉冲信号,经耦合电容 C_1 ,由 VT1 对信号进行放大。为了将微弱的光电流进行放大,电路中采取了一定的措施来提高电路的抗干扰能力和热稳定性。

图中 R_3 既是上偏流电阻,又是负反馈电阻,它与 R_5 一样,能提高电路的稳定性。为了提高信噪比和抗干扰能力,使电路稳定,且不误选噪声所引起的虚假信号,从前置级来的信号经统调主放大器进行放大,然后送至具有一高输入阻抗的整定放大电路,把 34 组统调主放大器合并成一组输出,再经过整形电路输送到后级开关电路执行分选。

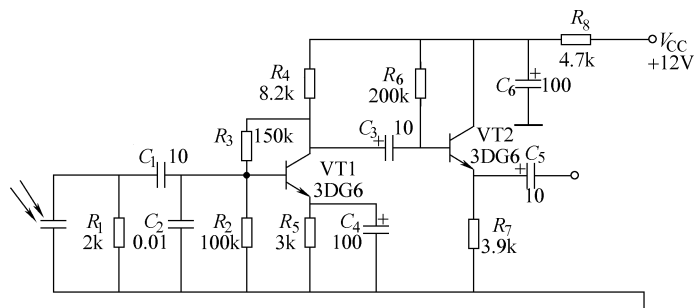


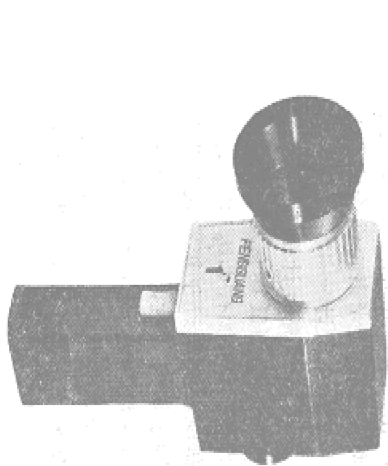
图 9-41 放大器的电路原理图

图 9-42b 是原理电路,当被测光线投射到硅光电池上时,就会有光电流信号输出,由一对场效应晶体管组成的电流-电压变换器转变成电压信号,再由 5G23 进行线性放大。为使电路有良好的线性和高度的稳定性,采用了 R_4 (或 R_5) 和 C_2 组成的深度负反馈网络。电阻 R_8 、 R_9 、 R_{10} 分别对应调整 RP3~RP5,可在 $100 \sim 200 \text{cd/m}^2$ 球面上,用高灵敏度电流表显示亮度值。

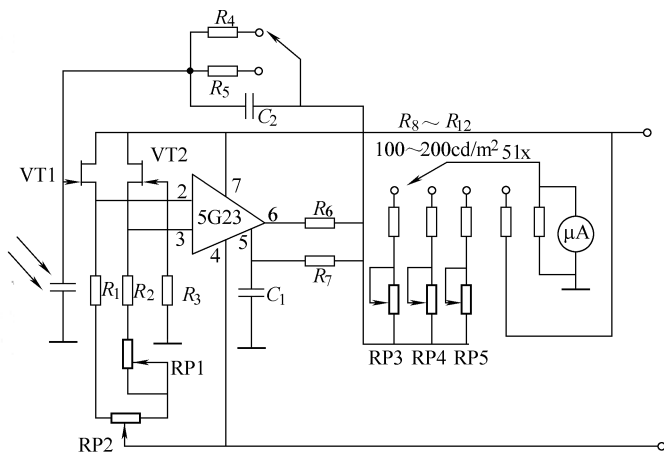
39. 亮度计电路

亮度计是一种测量发光体亮度的仪器,如电视机屏幕、计算机显示器、示波器屏幕发光亮度。它以硅光电池作为发光器件,并附带有滤光片,使校准后硅光电池的光谱响应接近于正常人眼的视觉。仪器操作简单,不受周围杂散光的干扰,并能直接读出亮度和照度值。同时还可用作低照度测量。亮度计的外形和电路如图 9-42 所示。

图 9-42b 是原理电路,当被测光线投射到硅光电池上时,就会有光电流信号输出,由一对场效应晶体管组成的电流-电压变换器转变成电压信号,再由 5G23 进行线性放大。为使电路有良好的线性和高度的稳定性,采用了 R_4 (或 R_5) 和 C_2 组成的深度负反馈网络。电阻 R_8 、 R_9 、 R_{10} 分别对应调整 RP3~RP5,可在 $100 \sim 200 \text{cd/m}^2$ 球面上,用高灵敏度电流表显示亮度值。



a) 亮度计外形图



b) 亮度计电路图

图 9-42 亮度计电路

40. 比色计电路

在冶金、化学、造纸、纺织等行业,需要对物体的颜色、白度、浊度和密度进行辨别,若用人眼直接观察,既费时,又不准确。针对这个问题,出现了以硅光电池代替人眼的比色计、白度计、浊度计和密度计。此类仪器小巧、操作方便、测量精确,深受欢迎。

如图 9-43a 所示,当一束平行单色光通过内装溶液浓度为 C 的平行容器时用下式表示光密度

$$D = \alpha CI$$

式中, D 为光密度, 有时称作吸光度或消光值; α 为溶液吸收系数; C 为溶液浓度; I 为出射光强。

在一般测量中, 以常用对数表示。从式中可知, 只要 α 及 I 不变, 入射光强度不变, 那么 $C \propto D$, 这就是比色计的工作原理。即被测物质溶液的颜色或加入显色剂后所生成的有色溶液的色度与物质含量成正比。因此, 从光电池的输出所反映的有色溶液对光吸收的强弱, 就可以知道溶液内物质含量的多少。

图 9-43b 为仪器的原理电路。电路由硅光电池、差分放大器和电源组成。当单色光透过样品投射到光电池上时, 光电池就有信号输出, 经差分电路放大, 在微安表上直接读数。图中 RP1 是调零电位器, RP2 是标准样品调满度电位器。测试时, 用标准溶液进行校正, 这样就可从微安表上直接读得溶液的浓度值。

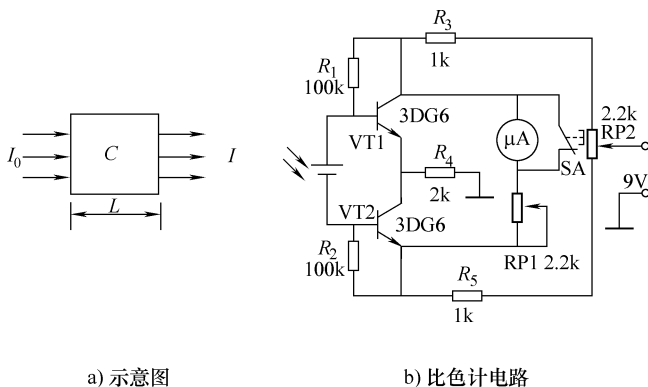


图 9-43 比色计电路

41. 光电控制催眠曲电路

因为人们生活的高节奏, 紧张、激烈的竞争, 不少人患上了失眠症, 给工作和健康带来威胁。为此本节介绍一种可行、有效的方法, 一曲光电控制催眠音乐可为你解除失眠的烦恼, 让你走进梦乡。

(1) 电路原理分析 电路如图 9-44 所示。

采用 4N25 光耦合器, 输出端对输入端无反馈作用, 信号只能单向传递的原理, 实现光传递控制。光耦合器由发光二极管和光敏晶体管组成。 R_1 、4N25 构成信号控制电路, 控制 VT1、VT2、K、Y 组成音频振荡电路。电路正常时, 直流输出经 R_1 加至 4N25 的①和②端, 发光二极管发光, 使⑤和④端导通, VT1 基极零偏而截止, 音频振荡器不工作。当 a、b 两端开关 S1 短路时, 电压为零, 发光二极管不工作, 光敏晶体管截止, 与 R_2 分压, 给 VT1 基极提供正向偏流使其导通。放大管 VT2 工作, 集电极上继电器 K 线圈有电, K 常开触点闭合, 发光二极管 LED1、LED2 闪闪发光, 音乐片电路工作, 奏出一首美妙动听的国际名曲, 带你走进梦乡。断开 S1 电路又恢复等待状态。电源用双 6V 直流供电。

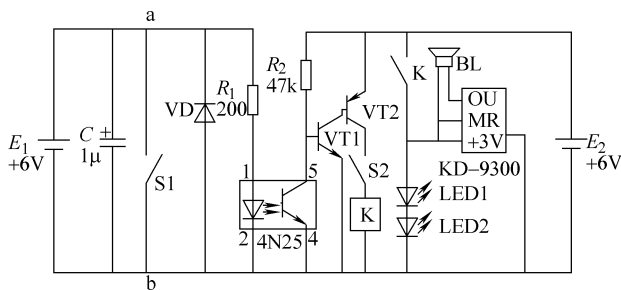


图 9-44 光电控制催眠曲电路

(2) 元器件选择 光耦合器选 4N25, 音乐片选用 KD-9300, +6V 电源选用电池, VD 为 1N4001, K 选用 JRX-13F 型小功率继电器, VT1 为 3DG12, VT2 为 3CG21, LED1、LED2 选用直径为 $\phi 3\text{mm}$ 的红色发光二极管, 扬声器 BL 选用小型的。其他元器件参数如图 9-45 所示。

(3) 安装与调试 根据原理图设计印制电路板或自购, 把元器件焊接在印制电路板上, 电源安装固定在机箱底板上。扬声器安装在机箱侧板内壁上。电源开关、指示灯、测试插孔安装在前面板上。按原理图对应连线即可。机壳最小参考尺寸 $120 \times 8\text{mm}^2$ 。可用绝缘材料如木板、塑料板加工或外购。

42. 光控淋浴器电路

光控淋浴节水器能够保证当淋浴者站在喷头下, 喷头出水, 而喷头下无淋浴者时, 喷头不喷水, 从而达到显著的节水目的。

(1) 工作原理 图 9-45 为淋浴节水器电路。电路中, 由串联的两个光敏电阻、RP 和 NE555 组成的施密特触发器。当有光照时, 光敏电阻阻值变小, ②、⑥脚电平高, ③脚输出低电平, 继电器 K 不通电, 触点 not 吸合, DF-1 电磁阀也不吸合, 不供水。当无光照时, 光敏电阻的阻值变大, 触发器翻转, NE555 的

③脚输出高电平，继电器 K 吸合，使电磁阀导通，从喷头中流出水来。

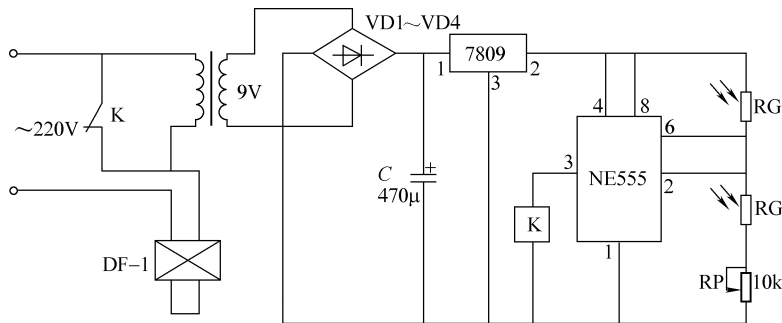


图 9-45 光控淋浴器电路

具体原理可说明如下：

在图 9-45 所示电路中，当有光照时，光敏电阻的阻值小，此时，②、⑥脚都为高电平，复位端④脚也为高电平，此时 NE555 内部比较器 A1 为“0”，A2 为“1”，输出端③脚为低电平，继电器不导通，触点不吸合，DF-1 电磁阀也不吸合，不供水。当无光照时，光敏电阻的阻值变大，②、⑥脚都为低电平，复位端④脚仍为高电平，此时 NE555 内部比较器 A1 为“1”，A2 为“0”。输出端③脚翻转，变为高电平。此时继电器吸合，使电磁阀开启，从喷头中流出水来。

(2) 元器件选择 IC 选用进口 NE555 时基电路，VD1~VD4 采用 2CP33 二极管，电磁阀用 DF-1 型，220V 供电的。光敏电阻选兆欧级量级，亮电阻在几千欧以下，暗电阻与亮电阻之比，一般在 $10^2 \sim 10^6$ 之间。其他元件如图 9-46 所示，无特殊要求。

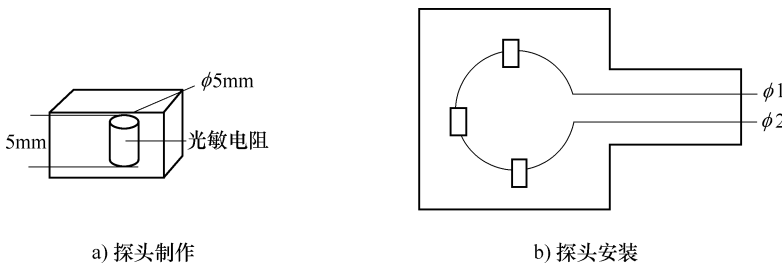


图 9-46 探头制作安装示意图

(3) 制作与调试

1) 探头的制作方法：找一块 $10\text{mm} \times 106\text{mm}$ 的透明有机玻璃，用电动钻头钻 $\phi 5\text{mm}$ 的孔，钻的深度为 5mm。然后滴入几滴三氯甲烷，以形成透光面，使灵敏度更高，然后插入光敏电阻，用胶封死。安装时，可将几个探头串联起来，以扩大同脚的接触面。找一块木板或塑料板将探头镶入就可以了。参考图 9-46， $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 根据所选电磁阀尺寸决定。

2) 调试时，只要调一下 RP 就可以了。RP 视浴池的灯光的强弱来调试。调整 RP 使脚没踏上探头时，不动作，脚踏上探头时，继电器及电磁阀动作，喷头出水。

43. 光控自动窗帘电路

光控自动窗帘机是家庭中的电气化用具，每天早晨它能自动把窗帘拉开，晚上开灯时把窗帘拉上。

图 9-47 为窗帘的安装控制形式，图 9-48 为设计参考电路，各项参数经实验调整确定。

图 9-48 电路的工作原理分析如下：每天清晨，光线照射到硅光电池上，产生一电动势，此电动势将使晶体管 VT1 导通，向电容 C_1 充电，随着电容 C_1 上电压不断上升，VT2 的射极电流也逐步增加，此电流达到晶闸管门极触发电流时，晶闸管即被触发导通，继电器 K 吸合，触点转换，直流电动机正向通电旋转，经减速器驱动窗帘缓缓移动到停止。

晚上夜幕来临, 电路无光照, 开始工作, 自动将窗帘拉上。

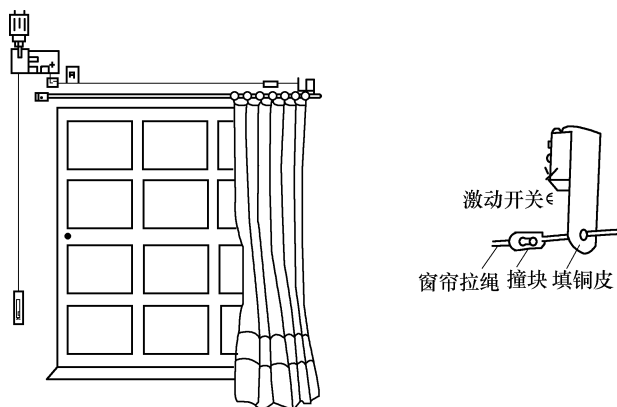


图 9-47 窗帘安装控制示意图

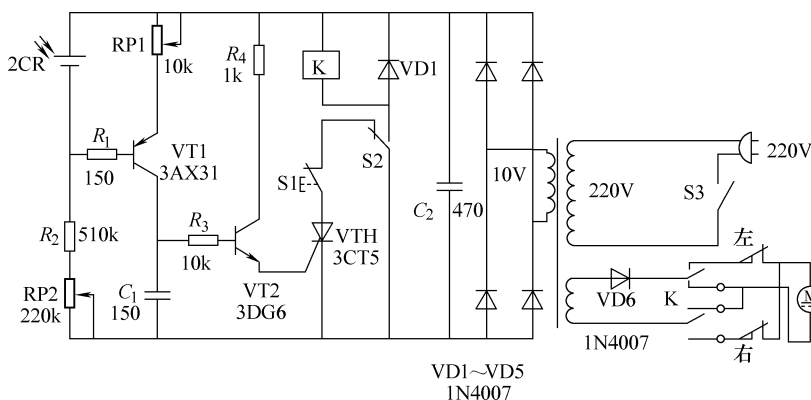


图 9-48 光控自动窗帘电路

44. 电子自动点火电路

图 9-49 所示为煤气炉自动点火电路。煤气炉点火时, 220V 市电经 $2 \times 47\text{k}\Omega$ 电阻限流又经 VD 整流后对 $0.47\mu\text{F}$ 的电容充电, 其电压值为市电峰值, 约 $350 \sim 380\text{V}$ 。当闭合 S1 或 S2 时, 电容存储的电压经高压变压器 T 的一次绕组放电, 二次绕组产生上万伏的感应电压, 在火花间隙放电, 引燃煤气或石油液化气。这种点火器的优点是使用安全、寿命长 (可达 6 万次以上)、耗电极省 (几乎不耗电)、电火花花束可达 10mm 、点火率为 100% 。

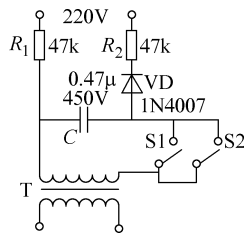


图 9-49 电子自动点火电路

45. 分币猜面游戏电路

电路原理简介。图 9-50 所示是一个模拟分币猜面游戏的原理电路。图中 CC4011B (2 输入端四与非门) 中门 D1、D2 和门 D3 构成一个低频振荡电路, 产生一个频率可调的振荡信号去驱动后面的 CC4013B (双 D 触发器), 门 D4 和 D 触发器 DF1 构成一个感应触发延迟电路。D 触发器 DF2 用作分频和驱动红、绿两个发光二极管 LED, 其中红色 LED 亮表示分币币值面, 绿色 LED 亮表示分币国徽面。

当游戏开始, 用手指触摸感应片 S 时, 门 D4 的输出从原先的逻辑“0”电平变为逻辑“1”电平, 使 D 触发器 DF1 的时钟输入端 CP 得到一个上跳信号, 使它的输出端将 D 端的逻辑“1”电平传送到 Q 端输出, 于是使门 D1 的一个输入端为“1”电平而起振, 两个发光二极管轮流导通, 表示进入猜币面的过程。

此后, 由于手指已不再接触, 门 D4 输入端电容 ($0.01\mu\text{F}$) 充电到 V_{DD} , 其输出变低, 同时, D 触发器 DF1 的输出 Q 端的高电平经 $2\text{M}\Omega$ 电阻向 $1\mu\text{F}$ 电容充电, 当达到它的复位电平时, D 触发器 DF1 复位, Q1

为零电平, 振荡停止, 使 Q_2 和 $\overline{Q_2}$ 的状态固定, 形成随机的非红即绿亮的结果。

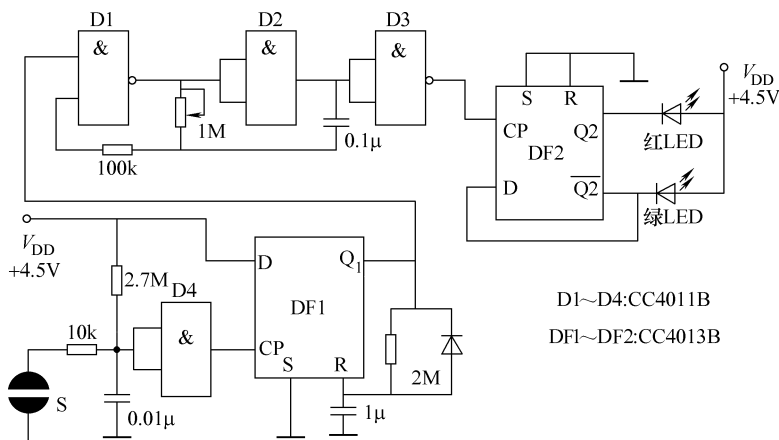


图 9-50 分币猜面游戏电路

46. 声控玩具车电路

玩具车是儿童喜爱的玩具之一, 本例介绍的玩具车具有声音控制其工作或停止的功能。电路简单, 易于制作。

(1) 电路组成 电路以 SL517 声控集成电路为核心, 其外形和内部结构如图 9-51 所示, 其内部由放大器、双稳态电路、缓冲驱动器等部分组成, 加上传声器、继电器、小型直流电动机和电容组成。

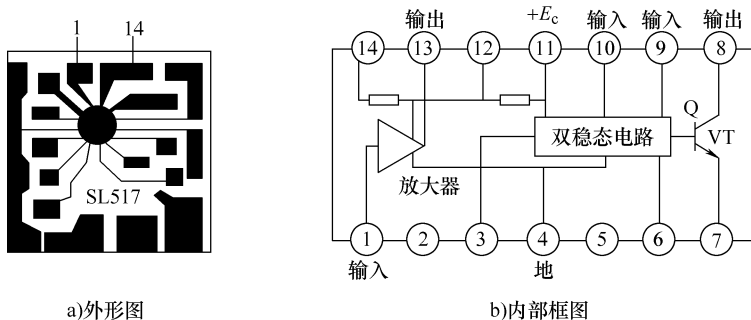


图 9-51 SL517 集成电路外形和内部电路

(2) 工作原理 图 9-52 表示声控电动汽车原理电路, 当说话、打击发出声音信号后, 由驻极体传声器 BM 接收并转变为微弱电信号, 经电容 C_2 耦合至集成电路的①脚, 由集成电路内部放大器将微弱信号进行放大, 然后由⑬脚输出, 放大信号经电容 C_3 和 C_4 耦合至双稳态电路的输入端⑩脚和⑪脚。双稳态电路的输出端 Q 接缓冲驱动器, 控制晶体管 VT 截止和导通。如果双稳态电路原来输出端为低电平, 则晶体管截止, 外接继电器 K 释放。

声音传感器接收到声音时, 则双稳态电路翻转为高电平, 晶体管由截止变为饱和导通, 继电器 K 吸合, 被控的电动机接通电源而开始工作。当传感器再次收到外来声音时, Q 重新变为低电平, 晶体管截止, 继电器 K 释放, 被控电动机停止工作。以后每当传声器收到一次信号双稳态电路便翻转一次, 继电器也就动作一次。

(3) 元器件选择 集成电路和电容的参数如图 9-53 所示, 电容耐压选在 6V 以上, 这里选 10V。

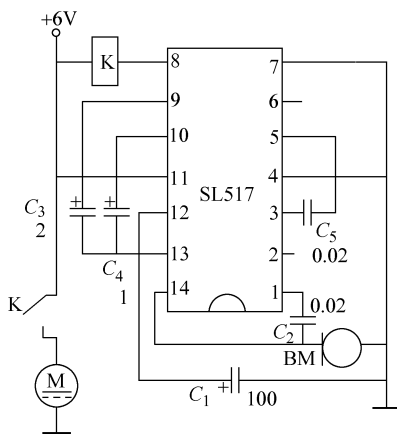


图 9-52 声控玩具车电路

驻极体传声器 BM 选用二或三输出端的型号, 驻极体传声器是接收声音信号的关键部件, 一定要选择优质的。

K 选用 JRC-21F 型或 JRX-30F 继电器, 工作电压选用 6V。也可根据继电器的工作电压选用其他型号的继电器。

(4) 制作与调试 除继电器、电动机外, 其余元器件均焊在声控印制电路板上, 如图 9-53 所示。由于电路板面积小, 焊接时应小心。烙铁应选用 20~35W 的, 焊点要小, 否则容易引起短路。电容引线上要预先上锡, 焊接时间要短, 否则将损坏集成电路。在焊装前, 要分清驻极体传声器的极性。在传声器输出端, 与外壳相连的是负极。用万用表 $R \times 100$ 档测量两极片间的电阻时, 其黑表笔接正极、红表笔接负极, 所测的正向电阻约为 $5k\Omega$, 反向电阻约为 $2k\Omega$ 。也可在测正向电阻

时, 靠近传声器大声讲话或吹气, 表针会明显摆动, 其摆幅越大越好。焊装二输出端的传声器时, 把与外壳相连的接点接地, 另一接点接信号输入端。焊装三输出端的传声器时, 将 S 极与外壳相连接, 然后连入电路中。电容、驻极体传声器、继电器焊好后 (焊接继电器时要认清继电器线圈的引出端以及转换触点的三个端点), 要求制作者仔细检查, 核对元器件, 确保无误后才可接通电源进行调试。

接通电源后, 拍掌几声使继电器工作。如果发现电路不能工作, 可以逐级检查。用一根导线, 一端接电源负极, 另一端分别触发集成电路的⑨脚和⑩脚, 应该分别能控制继电器释放和闭合。如果能工作, 说明双稳态电路工作正常, 问题出在前面部分。这时应检查驻极体传声器是否损坏, 它的输出端两接点是否短路; 几个电容焊接中是否有虚焊点。

在电路正常后, 可先对驻极体传声器拍掌几声, 继电器应随着一次次拍手而吸合、释放后, 可以将整个声音转换电路装在电动汽车玩具中, 用螺钉、螺母固定。驻极体传声器应放在玩具汽车上方, 这样拍手无方向性。全部安装完毕后, 在汽车附近拍掌发信号, 电动汽车就能前进或停止, 有效距离约为 3~7m。

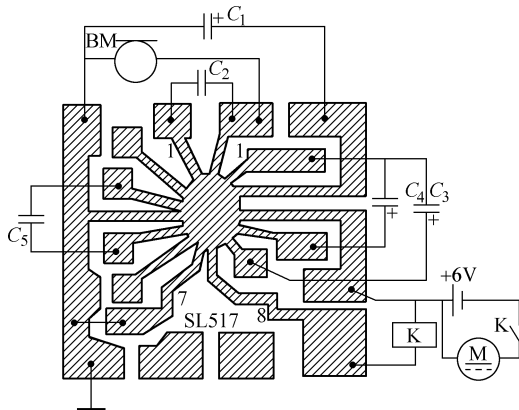


图 9-53 印制电路板

47. 智能型声控娃娃电路

本例介绍一种智能型声控娃娃, 不但可以和你开口说话, 而且还能真正听懂你的话, 你问什么问题她回答什么, 不会答非所问, 甚至可以和人进行交谈。这个神奇的玩具应用了语音识别和语音录放两项技术。语音集成电路有着蓬勃的生命力, 目前正在不断发展扩大, 逐渐渗透到人们的生活学习中。

参考图 9-54 所示的电路, 读者不但可以自己动手制作一个智能型声控娃娃, 而且移动电话的声控拨号功能、公共汽车上的自动报站器等技术也是采用类似原理制作而成的。

(1) 电路芯片工作原理 这个电路主要由两个芯片组成, 原理介绍如下:

1) HL7300 是语音识别电路, 内部含有传声器放大器、A/D 转换器、键字存储器、语音处理器和 I/O 控制器等电路单元, HL7300 能识别 12 路语音命令, 使用前要预先输入识别短语 (时间不超过 1.5s), 芯片将识别短语转化成数字信号存入专用存储器中, 使用时使用者发出的语音命令和芯片内某一路存储的识别短语一致时, 相应的输出端输出高电平。APR9600 芯片是语音录放电路, 录放时间为 32~60s, 具体数值和外接振荡电阻 R_{21} 的大小有关。当取 $40k\Omega$ 时录放时间约为 48s。

2) APR9600 芯片将声音信号以模拟量的方式存入专用的快闪存储器中, 由于采用了模拟/多电平存储技术, 可避免普通的数码录音电路 A/D、D/A 转换过程因量化和压缩而引起的失真, 所以音质很好。电路中采用非挥发快闪存储器不怕掉电, 不会因为掉电使存储的语音丢失, 录入的信息可保存 100 年, 芯片直接推动扬声器, 发声输出功率约 125mW。APR9600 具有非常灵活的控制方法, 可以通过设置②④、②⑤、②⑨脚的电平来实现并行直接存取和串行顺序存取, 这里接成并行 4 段, 并行控制状态时各段时间均相同, 所以每段为 12s。可以分别播出 4 段内录入的内容。你只要将小问题作为语音识别电路的识别关键词, 答案作为语音录放电路的录音。这样只要提出不同的小问题, 经识别电路识别后相应的输出端通过接口电路触发录音电路发出正确答案的录音。其他元件参数如图 9-54 所示。

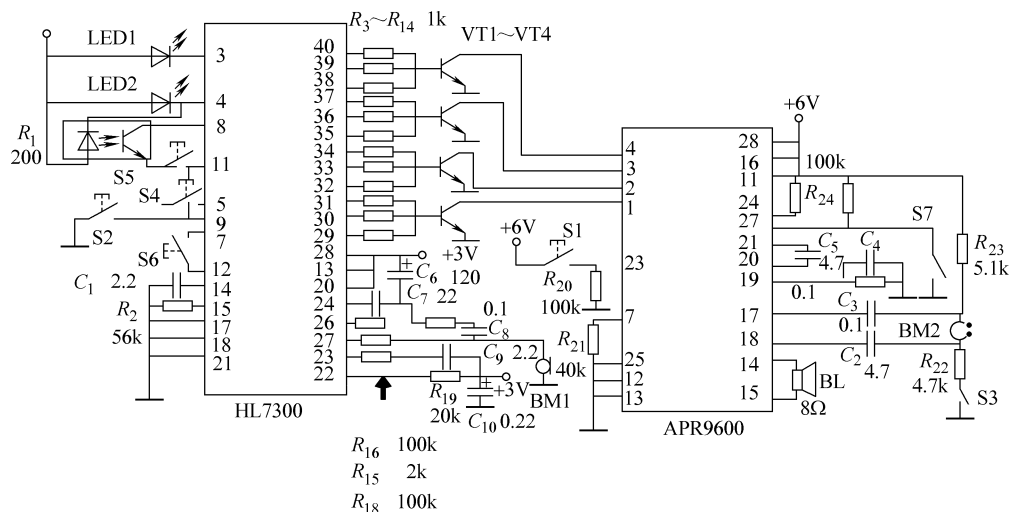


图 9-54 电路原理图

(2) 制作 挑选一个市售的玩具塑料娃娃, 如图 9-55a 所示。玩具塑料娃娃的内部空间很小, 如果按照传统办法制作印制电路板不但繁琐, 而且还装不进玩具内, 所以制作时采用“搭焊法”采用搭焊法制作电路时无需电路板, 方便、快速, 而且制作完成后的电路体积小、重量轻, 特别适合在一些小型机壳内加装功能电路。搭焊法的要点是首先选择元器件时要选小型化元器件, 在满足电路要求时, 电阻可用 $1/16\text{W}$, 电解电容选用超小型的, 因为在集成电路周围搭接时空间有限, 用体积较大的元件时比较困难, 其次元件的引脚要足够长, 因为搭焊法是利用元件的引脚来代替印制电路板的, 元件引脚太短就无法完成搭接, 所以最好用新元件。此外, 要注意元件间的受力分布, 采用搭焊法时以集成电路为核心, 其余元件可以在核心元件四周搭接, 语音电路属于大规模 COMS 集成电路, 静电漏电会损坏集成电路, 所以一定要使用插座, 只有在电路制作完成后才能将芯片插到插座上。电路制作完成后装入玩具内部时, 应用热溶胶加以粘固, 如图 9-55b 所示。

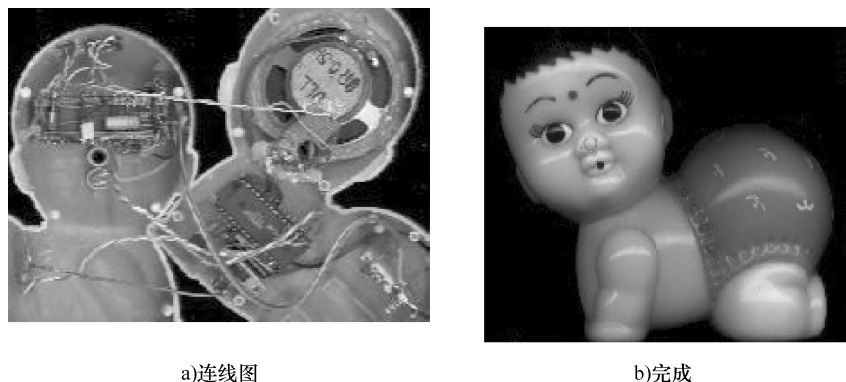


图 9-55 智能型声控娃娃电路

48. 灵敏光控开关电路

图 9-56 所示的电路由于采用了达林顿型光敏晶体管作为敏感元件, 所以对弱光较敏感, 适用于对反射光信号的检测。电路中, 当达林顿型光敏晶体管受到光照后, 其内阻减小, 使②脚电位下降, 当降为 $U_{CC}/3$, ③脚输出高电平, 这时继电器释放。

(1) 电路的基本原理 发射部分采用一块四与非门集成电路, 构成一个多谐振荡器 (RP1 振荡频率可微调), 并对脉冲进行整形放大, 然后接到 9013 晶体管上驱动红外发射管。接收部分由红外接收管 VD2 和 LM393 运放、LM567 组成。VD2 接收红外控制信号并进行光电转换后, 由 C_3 耦合到 LM393 运放做电压放大。运放输出的信号由 C_3 耦合至 LM567 进行音频译码 (选频)。RP3 及 C_6 决定 LM567 的谐振频率。当 LM567 的 ③ 脚输入与其自身的振荡频率相同的信号时, ⑧ 脚输出低电平, 否则输出高电平。LM393 的一个运放用来构成施密特比较器, 将 LM567 的 ⑧ 脚的信号接入比较器比较后输出。

(2) 元器件选用 红外发射管, 接收管型号不限 (如 PGK125 型光电发射接收管), 但是性能 (波长范围等) 应该一致。电路安装好以后, 使传感器对着白纸, 调节 RP1 或 RP3 使输出为高电平即可。RP1 用来调整传感器的功率, 调节 RP2 可以改变工作的频率。

(3) 传感器的特点

1) 抗干扰性好: 由于通过脉冲发光, 仅仅读出光的变化部分, 所以不受外部光干扰。另外, LM567 为锁相解调器, 灵敏度高, 抗干扰性强, 只是对于捕捉带 (可以调整电路改变) 内的有用信号发生响应。至于捕捉带外的信号, 即使强度再大也不会响应。所以, 它具有优越的抗外部干扰光的性能, 甚至可以在阳光下正常工作。再次是抗电磁干扰性能好, 不受电动机工作影响, 如果加罩进行电磁屏蔽, 则更可以放心使用。

2) 可调性好: 利用调整环节可以方便地调节功率及工作频率, 以适应不同的场地环境和不同的工作要求。

3) 稳定快速性好: 施密特比较器具有回差滞后特性, 即使处在线条的边缘, 传感器状态也不抖动, 再利用加速电容 C_7 使状态转换加快。

第 10 章 节约能源电路

1. 布机节电自动开关电路

为了解决织布机停车电机空转浪费电能。采用节电自动开关电路，使电机能在织布机停车时自动脱离电源，开车前又自动起动，克服了电机空载转动。

图 10-1 为织布机节电自动开关电路图。直流电源由小型变压器 T 降压，经二极管 VD1~VD4 桥式整流，电容 C 滤波，稳压管 VS 稳压后提供。电路中的节电自动开关电路由 VT1、VT2、灵敏继电器 K 等组成。装在开关车手柄的塑料（胶木）球上的裸导线提供操作信号。当开车时，人手触及该裸导线，人体产生的感应电流激励 VT1 的基极而使 VT1 导通，其后信号被放大，作为 VT2 的偏流，VT2 饱和导通，灵敏继电器 K 吸合，其常开触头 K 吸合，交流接触器 KM 吸合，电动机起动。开关车手柄进入正常开车位置后，微动行程开关 WKX 闭合，VT2 的偏流经 WKX 供给而继续保持导通，布机正常运转。

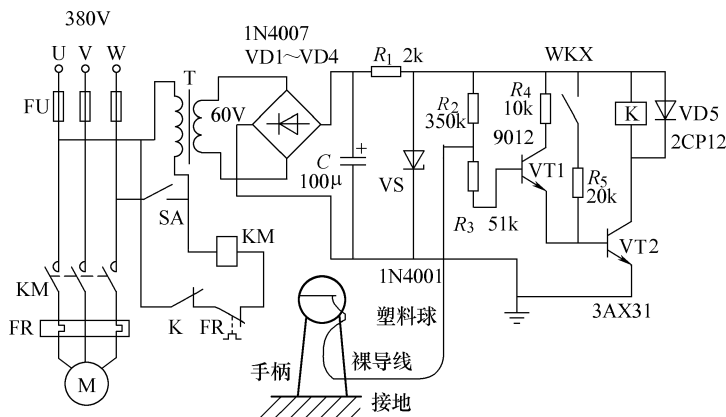


图 10-1 织布机节电自动开关电路

布机因故障停车时，手柄退回停车位置，WKX 断开，VT2 截止，电机脱离电源而停车。在没有操作信号加入时，电阻 R_2 使 VT1 的基射极同电位，VT1 截止，以防误动作，SA 为控制电源的手动开关。

2. 电熨斗节电电路

电熨斗在熨衣物过程中，是间断性工作的，在间断期间不拔掉电熨斗插头，既节约电能，同时再用时不需预热很久，采用图 10-2 电熨斗保温电路做的节电架，就十分方便。

把电熨斗放在保温节电架上，利用其自身的重量把微动开关 WKX 压下，就等于断开 VD 的短路线，220V 交流电源通过二极管 VD 作半波整流，使电熨斗在脉动直流 110V 下预热保温，这样消耗的功率约为原来的一半，起到了节电的作用；要使用时，从保温节电架上取下电熨斗，微动开关在其内部的弹力下又迅速恢复闭合状态，VD 被短路，于是电熨斗又接入交流 220V 电压工作。

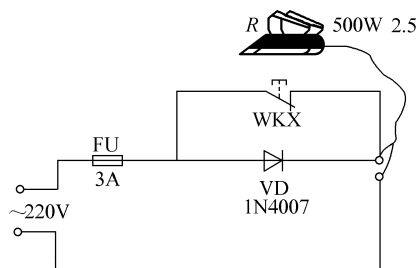


图 10-2 电熨斗节电电路

3. 荧光灯节能电子镇流器电路

电子镇流器具有工作电压范围宽、起动快速、工作无噪声、无闪烁、节约电能等特点。它已被愈来愈多的人所接受。图 10-3 所示电路是目前市面上流行的电子镇流器典型电路。

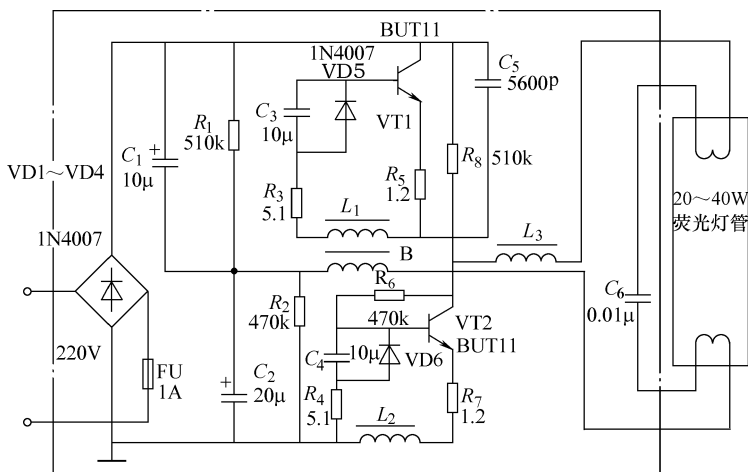


图 10-3 荧光节能电子镇流器电路

图 10-3 中，VD1~VD4、C₁、C₂ 构成桥式整流滤波电路，完成交流 220V 到直流 300V 的转换。R₇、R₈ 是起振电阻，为 VT2 提供起始导通偏置电压，从而激发 VT1、VT2 形成高频自激振荡。B 为降压产生自感扼流圈，C₃、VD5、VD6、C₄ 组成软起动电路，使电路工作点的建立得以延时，使灯管的灯丝预热加长，以利于灯管的迅速起动，延长其使用寿命。

4. 电烙铁节电电路

通常的电烙铁一般均由 220V 直接供电，但在实际工作中，有时不希望它长时间发热，那样一方面浪费电能，另一方面也加速了烙铁头的老化。用时通电，不用时断电，其升温过程又太长。下面的电路在焊接时，220V 供电，电烙铁正常工作。当暂停焊接时，由二极管半波整流，电烙铁在较低的电压下工作，保持一定的温度，当再次焊接时，电烙铁能很快地升到正常的温度，不影响焊接，电路如图 10-4 所示。

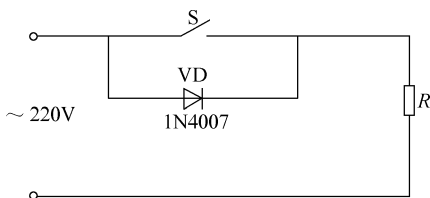


图 10-4 电烙铁节电电路

5. 限电器电路

限电器电路可以限制用户的用电负载量，使家用电器在给定电流范围内正常运行，一旦负载超过给定值时，将切断电源。

下面介绍一种采用 TWH8778 大功率集成开关的自动限电器，它可以预置限制负载的电流值，将其安装在用户的电源进线端，可以对用户的用电情况进行自动监测限制。

该自动限电器电路由电源电路、电路检测电路和控制电路组成，如图 10-5 所示。

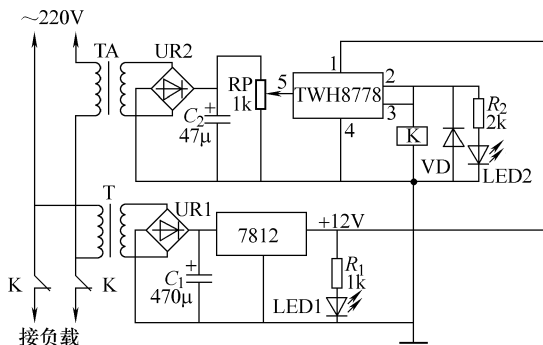


图 10-5 自动限电器电路

(1) 电源电路 交流 220V 电压经变压器 T 降压, UR1 整流, C_1 滤波, 稳压块 7812 稳压, 输出 12V 直流电压, 同时, 还点亮电源指示发光二极管 LED1 和 LED2。

(2) 控制与检测电路 控制电路由开关集成电路 TWH8778 和继电器 K 等组成。

电流检测电路由电流互感器 TA、整流桥堆 UR2、电容器 C_2 和电位器 RP 等组成。

(3) 限电电路 家用电器经电流互感器的一次绕组和继电器的常闭触头接入 220V。当用户的用电负载未超过电流预定值时, TA 二次绕组上的感应电压信号较弱, 经 UR2 整流, 供给 TWH8778 电压较低, 无法工作。此时家用电器正常工作。

当超过负载时, 电流互感器二次侧感应电压升高, 使 TWH8778 的电压增高而导通, 继电器线圈 K 吸合, 其常闭触点 K 断开, 切断用户电源。此时, 发光二极管发光, 警告用户, 已超负载。

改变 RP 的阻值, 可以改变给定负载的电流限定值的大小。

6. 卫生间节水电路

(1) 电路原理 本装置用于卫生间, 可达到节水、卫生的目的。

图 10-6 为本装置的电路图。IC 为常见的音乐集成块, 本装置还巧妙地利用了它的记忆功能。SB、SA 为自制压敏开关。当有人踩在自制的踏板上时, SB 闭合, SA 断开, 音乐集成块 IC 被触发, 由于集成块外接振荡电阻断开, IC 无信号输出, 但 IC 却记住了这一触发信号。当人离去时, 踏板复原, SB 断开, SA 闭合, IC 输出信号。 C_1 滤波平滑使复合晶体管 VT1、VT2 导通, 继电器 K 常开触头闭合接通, 电磁铁或电磁阀门打开, 水门自动冲洗, 当 IC 延时结束, 电路又自动关闭水门。

(2) 元器件选择 IC 采用常见音乐集成块。VT1 采用 9013 型晶体管, VT2 采用 9011 型晶体管, 均要求 $\beta > 60$; K 采用 JRX-13F 型继电器; 电源用 6V 电池, 也可改用交流稳压电源。

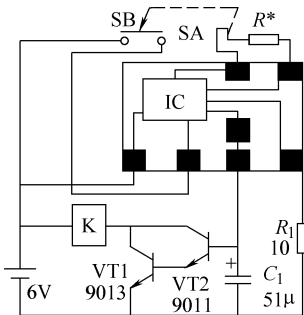


图 10-6 节水电路

7. 白炽灯节电电路

一般白炽灯的亮度可采用电位器、可变电感器、晶闸管、电容器等元器件, 通过改变供电电压来调节。其中用电容器降压调光最为简便经济, 因为电容器基本不消耗电能, 而且有利于电网功率因数的提高。另外, 功率较小的白炽灯一般寿命都较短, 如果采用大功率白炽灯同时在其电路中串接电容器降压, 不仅可使大功率白炽灯功率减小, 还可制作出几种小功率等级的白炽灯, 而且能使白炽灯的寿命比原来延长 2 倍。

节电电路如图 10-7 所示, 图中开关 S 可选用墙壁按键式四联开关, 白炽灯可用 100W 的。当开关 S1 合上时, 相当于在 100W 白炽灯电路中串联了 $4\mu\text{F}$ 电容, 其降压后便能发出 15W 的灯光。当 S2 合上, 电容 C_1 与 C_2 并联后为 $5\mu\text{F}$, 此时白炽灯功率为 30W 左右。当 S3 合上时, 电容 C_3 与 C_1 、 C_2 并联, 此时电容容量为 $6\mu\text{F}$, 白炽灯功率为 40W 左右。当 S4 合上时, 电路直通连接, 白炽灯功率为 100W。当然, 要根据自己的家庭具体情况和需要, 可安装单挡、双挡、三挡开关调节电路, 这里介绍的是四挡按键开关电路, 各级功率白炽灯应串联的电容数据见表 10-1。

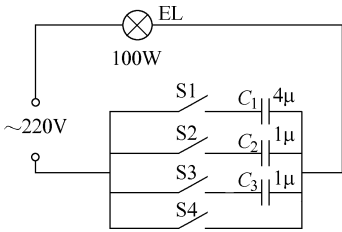


图 10-7 白炽灯节电电路

表 10-1 白炽灯串电容数据表

白炽灯功率	串电容 $2\mu\text{F}$	串电容 $3\mu\text{F}$	串电容 $4\mu\text{F}$	串电容 $5\mu\text{F}$	串电容 $6\mu\text{F}$	串电容 $7\mu\text{F}$
100W			15W	30W	40W	60W
60W		20W	25W	40W		
40W	8W	15W	30W			

8. 简易负载限电电路

图 10-8 为限电节电器电路图。合上闸刀开关 QS，交流接触器 KM 动作，电源经其闭合的触点 KM 和电流继电器 K 的线圈，送电至负载。若负载的电流不超过 I_k 的整定值，则送电正常。如果超过 I_k 的整定值，K 动作，其常开触点 K 闭合，时间继电器 KT 动作，其触点 KT 断开，KM 线圈失电，常开触点 KM 断开，电路停止送电。同时，K 失电，K 断开，使 KT 失电。由于断电延时闭合和延时打开触点，KT 断电后经过一定延时（0.4~0.6s 或 0.4~180s 可调），KT 恢复初始状态，电路再次送电。这时如超过限量的部分负载已解除，该装置恢复正常送电；如在延时时限内超过限量的负载仍没有解除，则限电装置重新断电，直至负载下降至整定值以下。限电装置动作时，通过 KT 接通电铃 DL 报警，提醒用户注意。

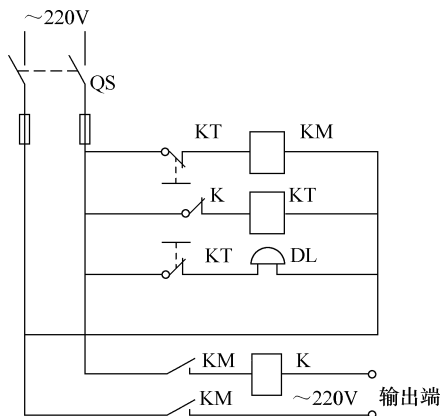


图 10-8 限电节电电路

9. 电动缝纫机节电电路

(1) 电路组成 电动缝纫机空载节能电路由低压开关 QS、控制开关 S1、灯开关 S2 及 S3、脚踏开关 SB、交流接触器 KM 和时间继电器 KT、照明灯 EL、电动缝纫机电动机 M 等组成，如图 10-9 所示。

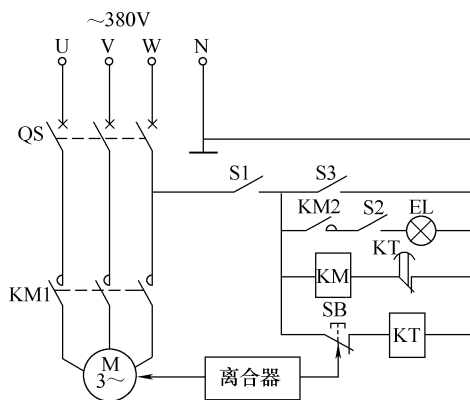


图 10-9 电动缝纫机节电电路

(2) 工作原理 使用时，先接通低压开关 QS，然后接通 S1 和 S2，缝纫工人将脚放在离合器踏板上，使脚踏开关 SB 断开，KM 通电吸合，其常开触头 KM1 接通，电动机 M 起动运转，照明灯 EL 点亮，工人可以开始缝纫工作。

在缝纫间隙或操作中换活时，缝纫工人将脚离开离合器踏板，SB 闭合，时间继电器 KT 通电吸合，延时开始。当达到预定延时时间时，KT 延时断开的常闭触头断开，使 KM 断电释放，M 停止运转，EL 熄灭，从而避免了电动机 M 空载运行。

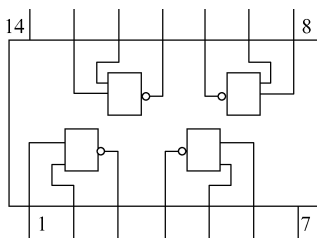
当缝纫工人继续工作时，再踏动离合器踏板，使 SB 断开，KT 断电复位，KM 通电吸合，M 起动运转，又开始缝纫工作。

在 M 停转期间，若需要照明时，可接通手动照明灯开关 S2，使 EL 点亮。

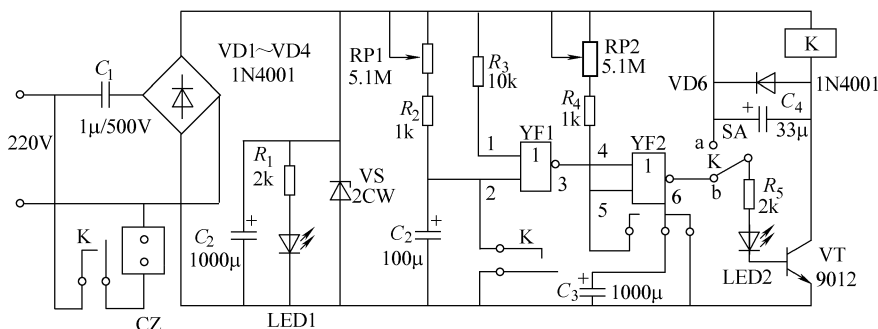
10. 电热毯节电电路

工作原理简介：开关 SA 接于 b 点，电热毯通电工作，SA 接于 b 点，电热毯按已调好的时间间隔断续工作。调节 RP2 可以改变通电时间。YF 选用 CD4011，引脚如图 10-10a 所示，它具有 4 个与非门，只用其中两个。VT 选用 $\beta > 30$ 的 NPN 晶体管。LED 用 $\phi 5\text{mm}$ 红色发光二极管作为电源指示。K 选用 DZ-100 型

12V 小型继电器，其余元件如图 10-10b 所示。



a)CD4011引脚图



b)电路图

图 10-10 家用电热毯节电电路

11. 交流接触器无声运行电路

交流接触器无声运行电路因具有节电效果显著，无噪声，运行温度低，延长使用寿命等优点，在工农业生产中，得到了普遍应用。

工作原理如图 10-11 所示。按下 SB2，当电源 N 端为正，U 端为负时，VD1 接入电路，供给接触器 KM 脉动直流电，接触器 KM 动作，常闭触点 KM 断开， R_1 、VD1 退出电路。当 U 端为正，N 端为负时，VD2 正向导通，对电容 C_2 充电，并同时接通接触器 KM 续流回路。当 N 端恢复为正时，则接触器 KM 靠电容 C_1 充电电流维持直流供电。

S 为交直流转换开关，如整流电路需要进行故障维修时，可将转换开关 S 投入交流装置，使接触器转入交流运行，不影响电气设备的正常运行。

常用交流接触器无声运行电路型号为 CJ10-100 时，电容容量为 $1.47\mu\text{F}/400\text{V}$ ，二极管型号为 1N4007；型号为 CJ10-150 时，电容容量为 $1.47\mu\text{F}/400\text{V}$ ，二极管型号为 1N4007；型号为 CJ12B-250 时，电容容量为 $2\mu\text{F}/400\text{V}$ ，二极管型号为 1N4007。

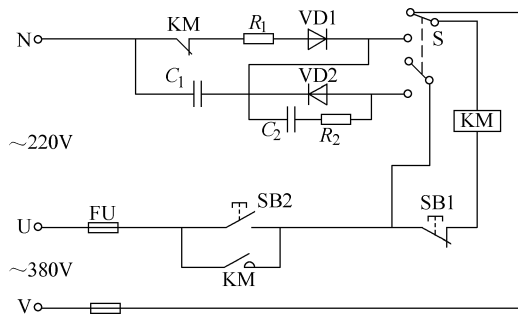


图 10-11 交流接触器无声运行电路

12. 提高照明功率因数电路

如图 10-12 所示为增加电容 C 提高功率因数的方法，接通开关 S1 电源总开关和开关 S2，让 C 等于 $2\mu\text{F}$ ，则功率因数由未加电容时的 0.4 提高到 0.8。本电路还可以测量电流、电压、功率。

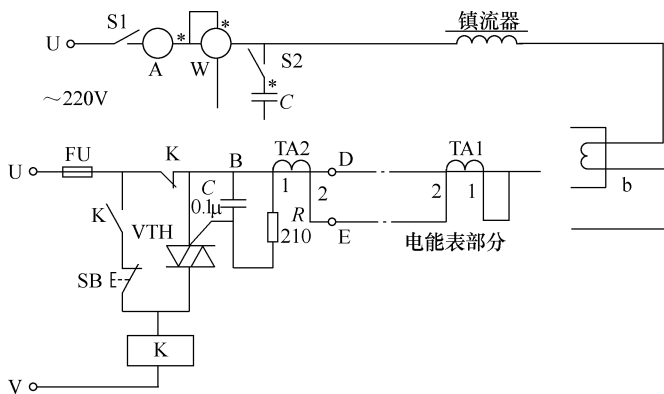


图 10-12 提高照明功率因数电路

13. 电流型防窃电电路

电路所带负载电流大于电能表的额定电流时，立即切断用户的电源，待减去所超负载后，按复位键后才能恢复供电，制作简易，方便可行。

电路原理如图 10-13 所示。交流继电器 K 由双向晶闸管 VTH 控制，TA1 与 TA2 的同名端相接，在通过 BD 段导线的电流与电能表中的电流相等时，TA1 与 TA2 的二次侧感应电压相等，TA1 与 TA2 的“1”端之间无电压，VTH 不导通，K 释放，K 的常闭触点对用户供电。

但是，在窃电情况下，BD 段导线中通过的电流与电能表中的电流不相等，TA1 与 TA2 二次侧感应的电压差使 VTH 触发导通，K 吸合，其常闭触点切断用户的供电回路；同时 K 闭合，使 K 保持吸合状态。待电管人员开封和打开机盖后，按复位键 SB 后，K 才释放，恢复对用户供电。VTH 触发电路中的 C 有抗扰作用，防止装置误动作；R 有限制触发电流的作用，避免损坏 VTH 的触发结。

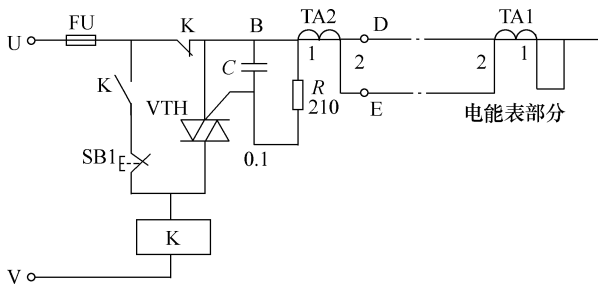


图 10-13 电流型防窃电电路

元器件选用：继电器 K 可选用交流 220V JQX-4 型小型大功率继电器，把几个常闭触点并联使用能增大负载能力。VTH 可用 3CTS1B。TA1 和 TA2 的参数应十分一致，否则在电流较大时产生误动作。制作时，铁心选用环形磁心较好，电源线可从中穿过作为一次侧，用合适的漆包线绕数百匝作为二次侧。其余元器件参考图 10-13 选用。

14. 功率型防窃电电路

当通过电能表的功率与负载消耗功率不一致时，作为窃电处理，切断用户电源，待人工复位后才能恢复供电。与电流型相比，功率型增加了对电能表内电压的监视，扩大了防窃电范围。

电路如图 10-14 所示。当窃电行为造成 R_1 、 R_3 两端电压不同或者通过 TA1、TA2 的电流不同时，便产生 VTH 的触发信号，VTH 被触发导通，继电器 K 吸合，常闭触点断开，电路对用户停电；常开触点 K 闭合，保持 K 的吸合，待电管人员按复位键 SB 后，K 释放，电路才能恢复供电。

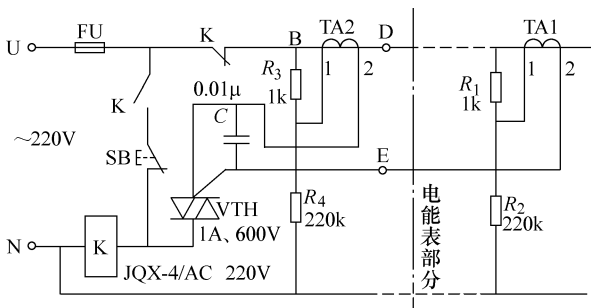


图 10-14 功率型防窃电电路

15. 电磁型防窃电电路

图 10-15 是电路原理图。 L_1 、 L_2 和 L_3 是继电器的三组线圈，S 是继电器的一组转换触点。 L_1 和 L_2 的匝数相同，但反方向接在电路里， L_3 与电能表的电流回路引出线相接。在没有窃电的情况下，通过 L_1 、 L_2 中的电流大小相同，方向相反，所以继电器不会动作，其常闭触点对用户供电。

若有窃电， L_1 与 L_2 中电流不会相等，两线圈产生的磁势和不等零，继电器动作，常闭触点断开，同时，常开触点闭合，市电经二极管 VD1（半波整流）、 L_3 与窃电负载相接，继电器由交流吸合状态转换为直流吸合状态，VD2 起续流作用。由于 L_3 的线圈电阻较大，所以窃电负载上只有很低的半波电压，不能正常工作，从而起到防窃电作用。当所有负载退出后，继电器释放，继续提供正常用电。

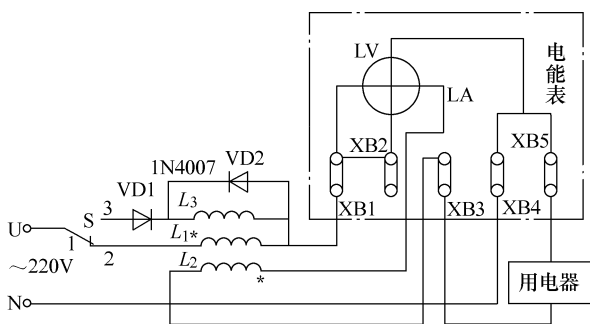


图 10-15 电磁型防窃电电路

16. 机床空载自停节电电路

如图 10-16 所示的机床空载自停电路，如用在车床上，按下按钮 SB2，KM 有电，主触点吸合，车床电动机起动运转，由连动杆使限位开关断开。在加工停止时，把操纵杆打到空挡位置，连动杆便压下限位开关，此时时间继电器 KT 吸合，如果在 KT 延时的时间内，限位开关没有复位，则 KT 将延时切断 KM 线圈电源，KM 断电释放，电动机停止。

延时的时间可根据车床操作而定。如果车工在车床操作时有较长一段时间不工作，即使启动了电动机，空载运行超过 KT 延时时间，也会自动停车，以节约用电。

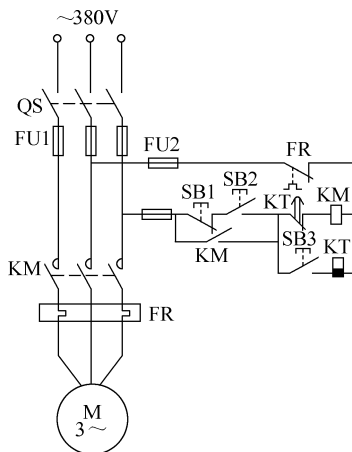


图 10-16 机床空载自停节电电路

17. 电焊机空载自停电路

在电焊工焊接过程，经常不断地要做些准备工作，致使电焊机处于空载运行状态，白白地浪费掉许多电能。为了减小这种损耗，使电焊机工作时有电，停焊时断电，采用双向晶闸管作为交流电焊机的电源开关。双向晶闸管在正、反电压下都能导通，而且门极在正、负脉冲作用下都可以触发，所以可用它做电焊机的交流开关。电路特点是简单经济、维修方便、运行可靠等。

图 10-17 为电焊机节电控制电路图。主电路由双向晶闸管 VTH、熔断器 FU、电焊机变压器 T、开关 SB1 等组成，控制电路则由晶闸管 VTH 的门极 G 经限流电阻 R_2 、微动开关 SB2 组成。当要电焊机工作

时，合上开关 SB1，电源接通，但 VTH 未导通。操作者手握焊枪，使装于焊枪把手上的微动开关 SB2 闭合，在 VTH 上加正、反电压的同时，门极 G 上也有正反向交流触发信号，使主电路导通。当操作者焊完一道焊缝后，需停顿一下，手稍放松，微动开关 SB2 断开，主电路交流电压过零点时，VTH 关闭，从而切断电源，消除了空载损耗。

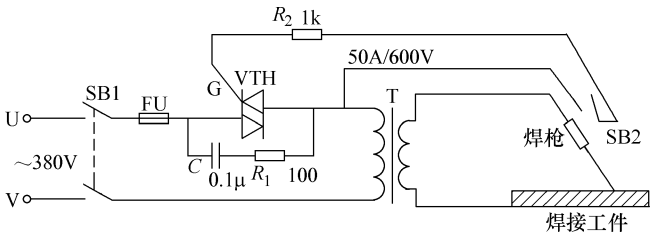


图 10-17 电焊机空载自停电路

18. 电容降压节电电路

一般来说，家庭的楼梯、过道、卫生间和厨房等处不需要很亮的照明，安上一盏小功率灯泡就行了。本节介绍一种电容节电灯，可使大功率灯泡变成小功率，还能延长灯泡的使用寿命，并可以提高电路的功率因数。

图 10-18 为电容降压节电电路的电路图。其工作原理是利用电容器作为降压元件串联在灯泡回路中，降低灯泡工作电压，达到使灯泡功率变小的目的。图 10-18a 是在原电路中增加一只串联电容 C 和一只单连开关 SA2。SA2 用来控制电容 C 的接入和不接入。图 10-18b 是利用一只单刀双掷开关 SA 进行控制的接法。这两种接法都可以使灯泡具有两种工作状态：串入电容使灯泡小功率；短路电容使灯泡正常发光。图 10-18c 只是在原电路中串入一只电容器，灯泡只能在小功率状态下工作。

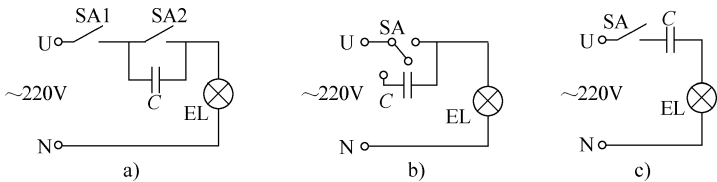


图 10-18 电容降压节电电路

安装时，将电容器安装在拉线开关旁边。接线时，导线与电容器应焊接在一起，接头处用胶布包好，以确保安全。

电容器应选用额定电压在 400V 以上的，不能采用电解电容器。常用的各种功率的灯泡改成功率约 5W 时串联的电容器容量见表 10-2。

表 10-2 串联电容器容量表

灯泡功率/W	100	60	40	25	15
串联电容/ μ F	1.47	1.18	0.94	0.80	0.66
实际功率/W	4.75	4.92	4.52	4.73	4.63

表中，串联电容后电灯相当于 4~5W 的功率，若要亮一点，可以改用稍大的（如 2~4 μ F）电容器。

19. 定时调光微光照明节电电路

定时调光微光照明节电电路，是集照明定时调整、调光控制以及微光照明多功能为一体的节电装置，可安装在公共楼道、家属院内、卫生间等处供照明使用。仅定时功能来说，可用于家用电器（如电热毯、电风扇）的定时。安装在卧室，其微光照明功能也会使房间的色调和气氛别具一格，同时还可收到明显的节电效果。图 10-19 是定时调光微光照明节电电路的电路图。

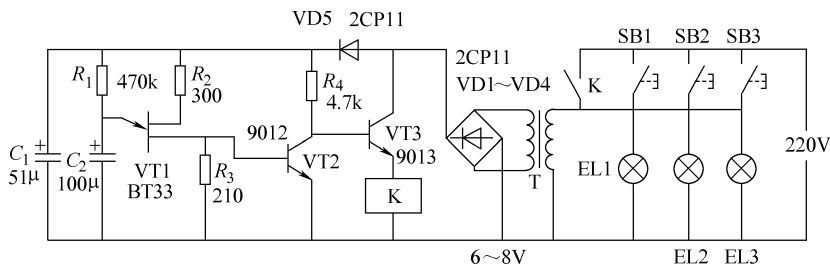


图 10-20 人走自动关灯电路

它的工作原理是：图 10-20 中，SB1、SB2、SB3 分别为设在三层楼梯上的三盏灯 EL1、EL2、EL3 的三个开关。无论按下哪一个开关，均可使三盏灯同时点亮。在按下任一个开关使灯点亮的时候，变压器 T 的一次侧也有电流通过，经降压后，再经 VD1~VD4 桥式整流变为直流电向电路供电。这时，因 C₂ 上的电压不能突变，C₂ 上的电压为零，故晶体管 VT1 不导通，使 VT2 基极接近地电位而截止。VT2 截止，集电极电位接近电源电压，使射极输出器 VT3 导通，继电器 K 吸合，其触点 K 自锁。这时，SB1~SB3 中按下的开关已经抬起，灯照样能点亮。随着时间的推移，当电源电流经 R₁ 向 C₂ 充电，使 C₂ 上的电压达到 VT1 的导通电压时，VT1 就输出一个正脉冲，使 VT2 导通。VT2 导通，其集电极电位接近地电位，VT3 立即截止，继电器 K 释放，其触点 K 断开，切断负载 EL1~EL3 的电源，灯灭。

图中，二极管 VD5 为隔离二极管，用来防止 C₁ 中存储的电能使继电器 K 常处于导通状态，不能切断负载电路。继电器 K 可选用 JRX-13F 型继电器，EL1~EL3 的灯泡功率一般选 15W 即可。调整 R₁ 的数值，可调节灯照明的时间长短，一般调在 3~5min 较适宜。

21. 荧光灯节电电路

荧光灯的节电电路如图 10-21 所示。为了使用方便，电路图中的开关触点 A、O 和 O、B 用双控开关控制，接在电路中。当第一下拉双控开关时，A、O 和 O、B 两组触点都接通，电容被短路，荧光灯正常启动，当拉第二下时，A、O 仍接通，O、B 断开，电容串在电路中，形成节电电路，当拉第三下时，A、O 断开，O、B 接通，此时因电路被切断，灯灭，同时由于 O、B 接通，电容放电，为下一次接通电路作好准备。

经实验，40W 荧光灯串入 2μF 电容最省电，不同功率的荧光灯串接电容后的节电情况列于表 10-4。

由表 10-4 可知，功率越大的荧光灯管，串电容使用后，节电越多。

串联电容节电的原理是：通常荧光灯的总耗电量由两部分组成：一部分是荧光灯发光消耗的电能，另一部分是镇流器消耗的电能。荧光灯中通过的电流 I_w，都大于灯管发光效率最高时的电流 I₀，因为电流较大易于起辉。如果串联的电容选得合理，使电路中的电流降低一些，恰好 I₀=I_w，虽然灯管电流减小了，发光效率却最大。电流减小后，镇流器上的功率也要减小。另外，串联电容后，可以提高电路的功率因数，也降低了无功功率，所以荧光灯电路串联电容可以节电。

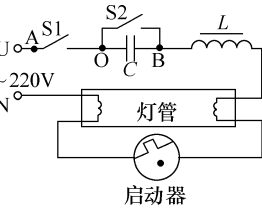


图 10-21 荧光灯节电电路

表 10-4 串电容节电表

荧光灯功率	使用方式	电源电压/V	工作电流/mA	光通量/lm	实际耗电/W	节电数/W
40	不串电容	220	415	2260	49.6	
	串 2μF 电容	220	225	1240	24.4	25.2
30	不串电容	220	370	1440	35.8	
	串 1.5μF 电容	220	120	616	14.4	21.4
20	不串电容	220	408	800	29.6	
	串 1.5μF 电容	220	130	382	12	17.6

夜晚或在黑暗中,光敏电阻 R_G 的阻值很大,为 VT_2 、 VT_3 导通创造了条件,此时如有声响被驻极晶体传声器 BM 接收,则 VT_1 工作, VT_1 一旦工作, C_3 中就会有电流流过, R_6 与 R_{12} 分压使 VT_2 基极电位增高, VT_2 由截止变为饱和导通, VT_2 集电极电位降低, VT_3 跟着导通, C_4 被迅速充电, C_4 正极电位升高,当升高到一定程度时, V_{TH} 门极被触发导通, V_{TH} 导通后, $VD_1 \sim VD_4$ 所成的桥路接通,灯泡中流过较大电流而被点亮。随后 C_4 通过 R_{10} 放电,当 C_4 正极电位低于晶闸管 V_{TH} 触发电压时,晶闸管自动关断,灯泡熄灭。若再有声响,仍重复以上过程。

此开关接于楼梯、走廊、卫生间等需采用自动照明的场所,可用图 10-25a 所示的接线方法;如客厅、卧室、门灯等有时需长时间照明,有时需短时照明的场所,可采用图 10-25b 所示的方法,长时间照明时将手动开关闭合即可。

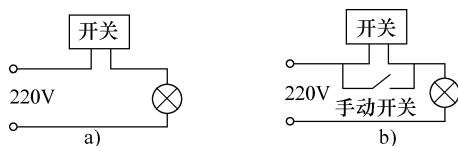


图 10-25 接线图

R_1 、 VD_5 、 C_1 、 VS_1 等组成的滤波稳压电路为后级电路提供一个 20 多 V 的直流电压, V_{TH} 未被触发时, VD_6 两端电压约为 23V;当 V_{TH} 被触发之后,因 V_{TH} 的导通, VD_6 两端电压将降得很低,约为 0V。

(2) 安装调试注意事项

1) 本开关灯亮的时间主要由 C_4 与 R_{10} 的值来决定,其值越大,则 C_4 放电越慢,灯亮的时间长,反之则短,可以通过调整其值来改变灯亮的时间。必要时可去掉 R_{10} ,将 R_{11} 的值适当减小为 91~100M Ω 。

2) 图 10-24 中, R_2 、 R_3 、 R_4 的值与电路的灵敏度有关,通过改变 R_2 、 R_3 的值,可改变灵敏度的高低,但灵敏度也不可太高,以免其他干扰噪声的侵袭使晶闸管被触发,电路误导通。

3) 电路中驻极晶体传声器 BM 及光敏电阻 R_G 是电路中的两个敏感元件,它们的灵敏与否是电路的灵敏度及制作成功的关键。特别是 R_G ,焊接之前,一定要测其有无光照时阻值变化,差别越大,灵敏度越高,若差别不大,则不采用。我们一般选 R_G 的值在有光线照时为 5~10k Ω 左右,无光线照射时为几十兆欧。

4) 将电路焊接好之后,接通电路人为地将 R_G 盖住,不让其接受光线,用万用表笔触及 VT_1 、 VT_2 基极,灯泡自动点亮,表明电路畅通。若不亮,先检查 R_G 、 C_3 、 C_4 是否损坏,再查看 V_{TH} 是否损坏。若用表笔触及 VT_1 、 VT_2 基极,灯泡能亮,而声音却不能触发,可查看 BM 及 C_2 或改变 R_2 的值再测试。

5) 各有关点的工作电压:当 V_{TH} 被触发灯亮的瞬间, C_4 两端可充有十几伏的电压,随后,此电压随着时间延续逐渐下降。当下降为 6V 左右时,灯自行熄灭。

25. 声音控制节电开关电路

下面介绍的节电开关,在白天或光线较亮时,节电开关是关闭状态,灯不亮。夜间或光线较暗时,节电开关是预备工作状态。当有人经过该开关附近时,脚步声、说话声、拍手声等均可把节电开关启动,灯亮,延时 40~50s 后,节电开关自动关闭,灯灭。

(1) 电路工作原理 声控节电开关电路由传声器 BM 、声音信号放大、半波整流、光控、电子开关、延时和交流开关 7 部分电路组成,其电路原理如图 10-26 所示。传声器和 VT_1 、 $R_1 \sim R_3$ 、 C_1 组成声音放大电路。为了获得较高的灵敏度, VT_1 的 β 值应选用大于 100 的。传声器选用灵敏度高的。 R_3 不宜过小,否则电路容易产生间歇振荡。 C_2 、 VD_1 和 VD_2 、 C_3 构成整流电路,把声音信号变成直流控制电压。 R_4 、 R_5

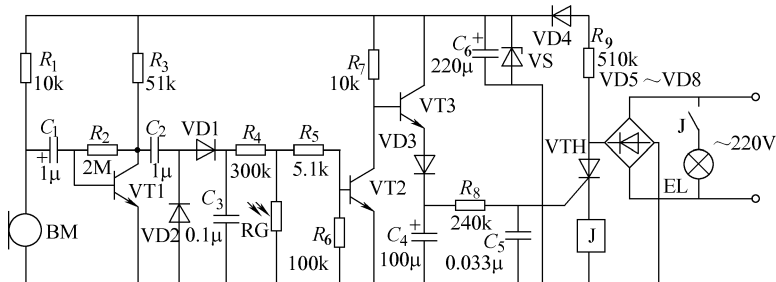


图 10-26 声音控制节电开关电路

和光敏电阻 RG 组成光控电路。当光照射在 RG 上时,其阻值变小,直流控制电压衰减很大,VT2 截止。VT2、VT3 和 R_7 、VD3 组成电子开关。平时,即有光照时,VT2、VT3 截止, C_4 上无电压,单向晶闸管 VTH 截止,灯泡 HL 不亮。在 VTH 截止时,直流高压经 R_9 、VD4 降压后加到 C_6 上端,对 C_6 充电,当充到 12V 后 VS 击穿,确保 C_6 上的电压不超过 15V。

当没有光照射到 RG 上时,RG 阻值很大,对直流控制电压衰减很小,VT2、VT3 导通,VD3 也导通, C_4 、 C_5 开始充电,电压徐徐上升。 R_8 、 C_4 和单向晶闸管 VTH 组成延时与交流开关。 C_4 通过 R_8 将直流触发电压加到 VTH 控制门极,VTH 导通,继电器线圈 J 得电,串在 EL 支路的继电器常开触点 J 接通,灯泡 EL 点亮。灯泡点亮的时间长短由 C_4 、 R_8 的参数决定,按图 10-26 所给出的元器件数值,在灯泡点亮约 40s 后,VTH 截止,灯熄灭。 C_5 为抗干扰电容,用于消除灯泡发光抖动现象。

(2) 元器件选择 VT1、VT2 均选用 9014 晶体管,VT3 选用 9012 晶体管,其中 VT1 要选用 $\beta > 100$ 。VTH 选用 100-8 单向晶闸管。VD1~VD3 选用 1N4148 二极管,VD4 选用 1N4001 二极管,VD5~VD8 选用 1N4004 二极管。传声器要选用灵敏度高的。其他元器件如图所示。

(3) 安装与调试 所有元件焊接安装在一块印制电路上,然后装入一个绝缘小盒里,光敏电阻需安装在外壳上光线容易照到的地方。本装置只要元件选择正确,焊装无误,一般即可正常工作。若出现开关启动后不能完全熄灭,可将一只电容(容量为 470pF)并接在 R_3 上(印制板上预先应留下此位置)即可消除。若出现间歇振荡,可将 C_2 换成 0.33 μ F 电容,或将 R_6 减小到 47k Ω 左右即可消除。由于电路直接与市电连接,所以调试与使用时要小心,防止触电。使用时应注意:由于此开关负载功率最大为 100W,不能超载,灯泡不能短路,接线时要关闭电源或将灯泡先去掉,接好开关后再闭合电源或装上灯泡。

26. 布机空载自停节电电路

纺织机节电控制线路如图 10-27 所示,VTH1~VTH3 是双向晶闸管, R_1 和 C 是吸收线路, R_2 是触发电流电阻,K1 是启动干簧管,K2 是停止干簧管,Y1、Y2 是磁钢。三相电源 L1、L2、L3 经过 VTH1~VTH3 加到电动机 M 上。移动离合器手柄,将 Y1 推至开机位置,K1 内部的触点接通,VTH1~VTH3 触发导通,电动机 M 通电运行;停机时,装在离合器手柄上的自停磁钢 Y2 靠近 K2,K2 内部的常闭触点断开,触发回路断电,VTH1~VTH3 相继截止,电动机 M 停转。

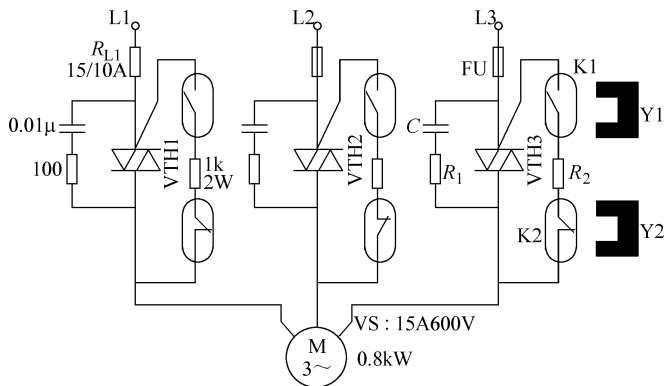


图 10-27 布机空载自停节电电路

27. 电动缝纫机节电电路

电动缝纫机节电电路如图 10-28 所示,线路中的主要元件由霍尔开关集成电路 IC 及继电器 K 组成。合上开关 QS,电源接通,经 R_1 和 C_1 阻容降压、硅桥 UR 整流、 C_2 滤波、VS 稳压后,向 IC 提供 12V 直流电源。在操作工未踏动缝纫机踏脚时,磁铁处于 IC 相对应的工作位置,K 通电吸合,打开了常闭触点,缝纫机未通电,红色发光二极管 LED 发亮。反之,踏动缝纫机,由于固定安装于缝纫机离合器操纵杆上的磁铁随之下移,IC 失去磁场作用,其③脚呈高电位,K 失电释放,主回路常闭触点复位,M 运转,LED 熄灭。

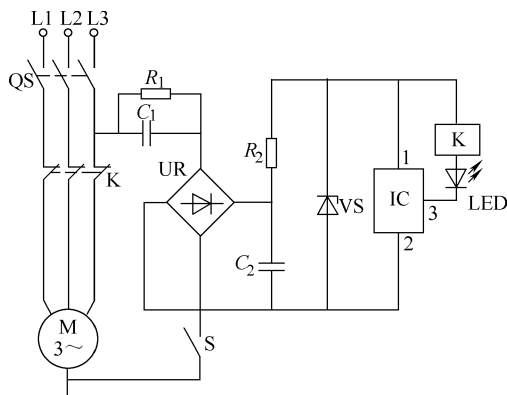


图 10-28 电动缝纫机节电电路

28. 光电控制节电电路

在印刷厂切纸时，往往是把很厚的纸用手放入切纸机内，这时如误用脚踩动切纸开关，切刀就会自动切纸，极易造成工伤。利用光电控制使工人在操作时切纸机停机，可避免事故的发生，如图 10-29 所示。

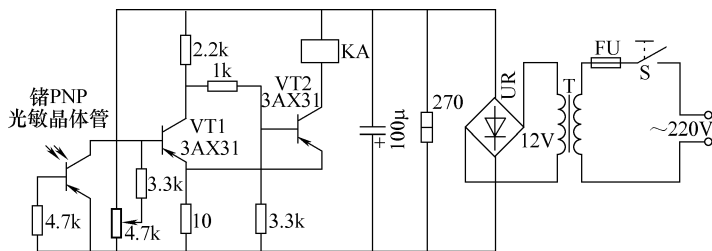


图 10-29 光电控制节电电路

其工作原理是：由 VT1、VT2 组成射极耦合双稳态触发器，当切纸工人用手放纸时（在机器一边装有灯泡并向另一边照射，另一边装有接收光敏晶体管），手正好遮挡住灯泡照射的光线，使光敏晶体管呈高阻值，于是 VT1 导通，VT2 截止，继电器释放，因继电器的常开触点串入切纸机下刀操作的线圈回路，这时，即使误踩切纸机下刀开关，也不会下刀，从而避免事故的发生。

29. 节水电路

在某些缺水的地方加装一台自动节水器尤为实用，图 10-30 所示是一台自动节水器，当水箱中的水位处在检测电极 B 以下时，IC 的②脚为低电平，IC 导通，继电器 K 得电吸合，K 的触点（1-2）接通，阀 YV 得电放水。

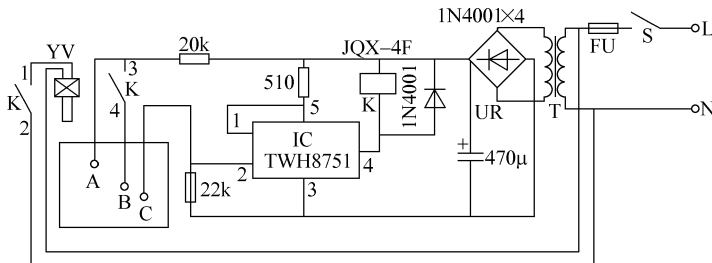


图 10-30 节水电路

当水箱水位到达检测电极 A 的最低端时, 电极 A-C 导通, IC 的②脚为高电平, IC 截止, K 失电, K 的触点 (1-2) 断开, YV 停止注水。K 的触点 (3-4) 闭合, 接通电极 A、B。当水箱的水用到 A 极低端以下时, 由于 A、B 两极经 K 触点 (3-4) 接通, IC 的②脚仍为高电平, IC 保持截止状态。直至水位低于 B 极最低端时, IC 导通, YV 才又进入放水状态。

30. 汽车电子节油器电路 (一)

(1) 电路原理 本节油器采用圆筒式高性能内燃机燃烧压力传感器 (电容式压敏元件), 将汽缸体内燃烧室的压力变化转变为电变化, 此电变化的表现形式为一个锯齿脉冲合成波。锯齿部分是反映进气到压缩终了的压力变化, 脉冲部分反映点燃后的压力变化, 我们将锯齿波的顶部切割出来, 做为点火控制信号, 以此信号触发晶闸管。晶闸管在此代替了原点火系统的点火开关 (即一对白金触点)。晶闸管无触点开关具有寿命长、开关速度快、成本低等优点。

此脉冲压缩行程终了, 燃烧室内压力最大时刻 (点火前) 发生。点火后的高压脉冲由电子电路中的陷波器吸收, 电路如图 10-31 所示。

燃烧室压力变化由电容式压敏元件测得并转化为电信号, 此压力电信号经 VT1、VT2 线性放大, VS1 为限幅稳压二极管, R_1 、 R_2 为 VT1 偏流分压电阻, RP 为 VT1 负载电位器, 而且也控制着 VT2 的直流工作点。改变 RP 的值, 可将锯齿波的顶部切割出来, 将此信号经 VT2 放大后作为同步脉冲触发晶闸管无触点开关的通断, R_3 是 VS2 的限流电阻, VS2 是稳压二极管, 在此起提高并稳定 VT2 发射极电位的作用, R_4 是 VT2 负载电阻 $5\mu\text{F}$ 的电解电容, 起耦合作用。

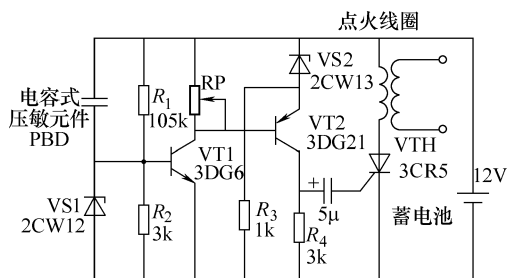


图 10-31 汽车电子节油电路 (一)

(2) 元器件选择 VT1 选用 3DG6 晶体管; VT2 选用 3CG21 晶体管。VTH 选用 3CR5 晶闸管。VS1、VS2 分别选用 2CW12、2CW13 稳压二极管。电源采用汽车用 12V 蓄电池。点火线圈是汽车原点火线圈。其他元件如图所示, 无特殊要求。

31. 汽车电子节油器电路 (二)

汽车在正常的行驶中, 有 10% 左右的汽油被无效消耗掉, 特别是在坡度大、弯道多、减速频繁、滑行道长的情况下, 无效耗油的比例更大。

本例介绍一种电子节油器, 将其安装在汽车的供油系统中, 可以自动控制油量及供油时间 (使汽车在无效耗油状态时停止供油), 从而达到节约燃油的目的。

该汽车电子节油器电路由晶体管 VT1、VT2、集成电路 IC、继电器 K、电磁阀 YV1、YV2 和有关外围元器件组成, 如图 10-32 所示。

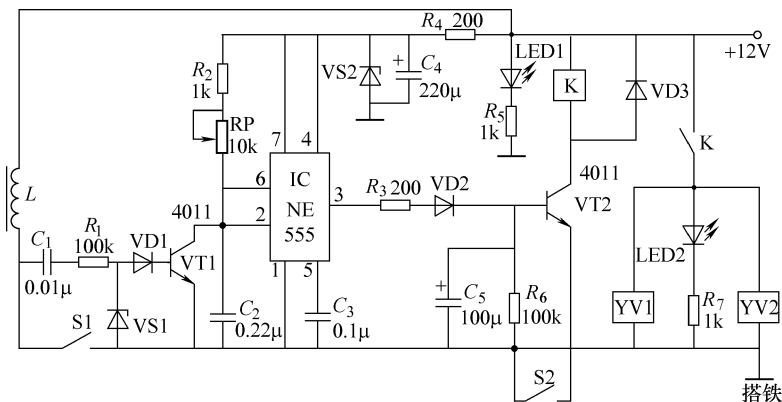


图 10-32 汽车电子节油电路 (二)

IC2 反相输入端 (②脚) 的基准电压由 R_4 提供, 正相输入端的取样电压由 $R_1 \sim R_3$ 串联分压后取得。

在蓄电池 GB 的端电压低于 14.4V 时, IC2 因③脚电压低于②脚电压而输出低电平, 使 VT1 截止, K 处于释放状态, 其常闭触头接通, 常开触头断开, 磁电机充电绕组的输出电压经摩托车稳压器为 GB 充电, 此时 VT1 的集电极为高电平, VD3 截止, 多谐振荡器振荡工作, LED 闪烁发光, 指示 GB 正在充电。

当蓄电池充电至 14.4V 时, IC2 因③脚电压高于②脚电压而输出高电平, 使 VD1 和 VT1 导通, K 通电吸合, 其常开触头接通, 常闭触头断开, IC2 被锁定为输出高电平, 磁电机充电绕组的输出回路被断开, 蓄电池 GB 停止充电。同时 VD3 导通, 多谐振荡器停振, LED 恒定点亮, 指示 GB 充电已结束。直到蓄电池电压低于 13.2V 时, IC2 才输出低电平, 使 VT1 截止, K 释放, 磁电机充电绕组才能再次向蓄电池 GB 充电。

33. 电视机节电电路

本例介绍的彩电节能电路, 能在电视机待机时, 将待机功耗降至 0.5~1W, 节能效果显著。

(1) 电路组成 该彩电待机节能器电路由电源电路、红外接收控制电路和电流检测控制电路组成, 如图 10-34 所示。

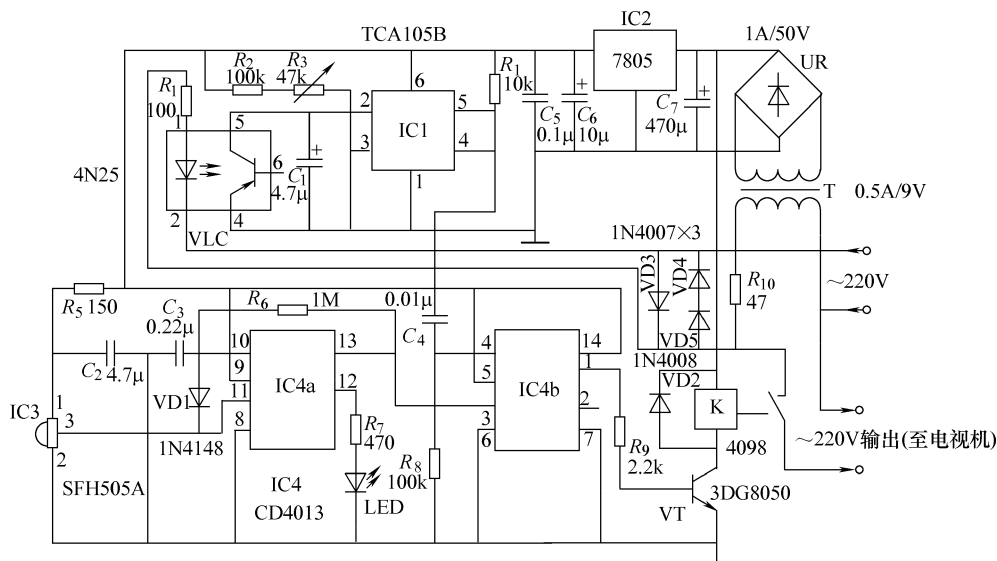


图 10-34 电视机节电电路

电源电路由电源变压器 T、整流桥堆 UR、滤波电容器 C_5 、 C_7 和三端稳压集成电路 IC2 组成。

红外接收电路由红外接收头 IC3, 双 D 触发器集成电路 IC4a 和电阻器 $R_5 \sim R_7$, 电容器 C_2 、 C_3 , 二极管 VD1、发光二极管 LED 组成。

电流检测电路由电阻器 $R_1 \sim R_4$ 、 $R_8 \sim R_{10}$, 电容器 C_1 、 C_4 , 二极管 VD2~VD5, 晶体管 VT, 继电器 K, 光耦合器 VLC, 施密特反相器集成电路 IC1 和 IC4b 等组成。

(2) 电路原理 当按下电视机遥控器的待机键时, 电视机进入待机状态。此时由于流过 R_{10} 的负载电流减小 (即 R_{10} 的电压降减小), 使 TVP 内部发光二极管和光敏晶体管的导通能力减弱, 使 IC1 的④脚输出高电平, 通过 C_4 使 IC4b 复位, IC4 的①脚由高电平变为低电平, VT 截止, K 释放, 电视机的工作电源被切断。此时 IC4 的③脚为低电平, ②脚输出高电平, LED 点亮。

再次按遥控器待机键时, IC3 将遥控器发射的红外光转换成电信号后加至 IC4 的①脚, 使由 IC4a 和外围元器件组成的单稳态触发器翻转, IC4 的③脚和①脚均输出高电平, VT 导通, K 吸合, 电视机通电工作。

第 11 章 信号与显示电路

1. 正弦信号发生器电路

电路组成如图 11-1a 所示，正弦振荡电路由下列几部分组成：

放大部分：由运算放大器 $\mu A741$ 、 R_P 、 R_1 组成稳幅环节，它和运算一起构成基本放大电路。选频网络由 $R_3 C_1$ 串联和 $R_2 C_2$ 并联组成。

正反馈网络：由 $R_3 C_1$ 跨接于放大器输入、输出之间来形成。 $R_3 C_1$ 、 $R_2 C_2$ 串并联和放大器结合，构成具有选频特性的正反馈。

由选频网络的特性可知，网络的固有频率 $f_0 = 1/2\pi fC$ ($R_2 = R_3 = R$ 、 $C_1 = C_2 = C$)，在此频率下，放大器输出电压与反送到同相输入端的电压相位相同，满足正反馈，其正反馈系数 $F = U_{i+}/U_o = 1/3$ 为最大。根据正弦振荡电路的自激振荡条件可知，该频率必须满足自激振荡的要求。但由于运算放大器开环增益 A 很大，故 $AF = A \times \frac{1}{3} \geq 1$ ，输出电压波形产生严重的失真（近似为方波），为此，在电路中加入 R_1 、 R_P 组成的负反馈，目的是消除失真。这样基本放大电路就成为具有负反馈网络的同相输入的放大器，其 $A_{VF} = 1 + R_{RP}/R_{R1}$ 。

调节 R_P ，便改变了基本放大电路的电压放大倍数，根据正弦振荡电路幅值平衡条件 $A_{VF} F = 1$ ，可知，当 $A_{VF} F < 1$ 即 $1 + R_{RP}/R_{R1} < 3$ 时，不会振荡；当 $A_{VF} F \geq 1$ ，即 $1 + R_{RP}/R_{R1} \geq 3$ 时，失真。所以调节 R_P ，使其为某一值时，保证 $A_{VF} F$ 略大于 1，即 $1 + R_{RP}/R_{R1} \geq 3$ 时，输出为正弦波，如图 11-1b 所示。

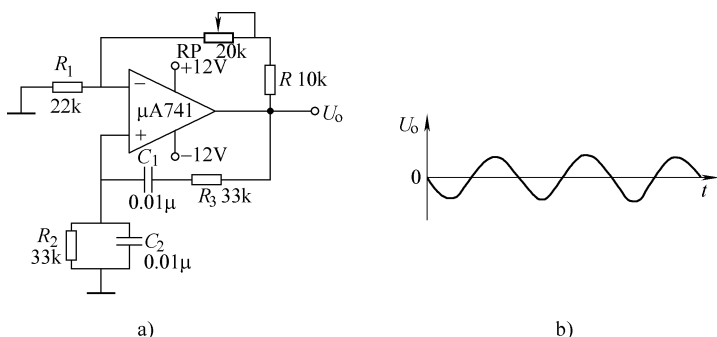


图 11-1 正弦波信号发生器电路

2. 方波发生器电路

方波发生器电路如图 11-2 所示。电源刚一接通时，由于两个晶体管的基极分别通过基极电阻与电源 V_{CC} 相连接，故两个管子都有导电的趋向。但是两个管子中的电流不可能完全相等，这是因为管子特性不是严格对称，寄生电容不是完全相同等原因，总有一个管子导电强些，假如是 $VT1$ ，则 $VT1$ 的集电极电流 I_{C1} 增加， $VT1$ 的集电极电压 U_{c1} 就会下降，由于电容 C_1 两端电压不能突变，故 $VT1$ 集电极电压的变化全部加到 $VT2$ 的基极上，使 $VT2$ 基极电位 U_{b2} 下降，从而使 I_{b2} 减小， $VT2$ 基极电流的减小，又导致 $VT2$ 集电极电流 I_{c2} 的减小和集电极电压 U_{c2} 的升高，此电压的变化，通过 C_2 的耦合，又全部加到 $VT1$ 的基极上，使 $VT1$ 的基极电流 I_{b1} 增加，以致 $VT1$ 的集电极电流越来越大，形成一个正反馈的过程。

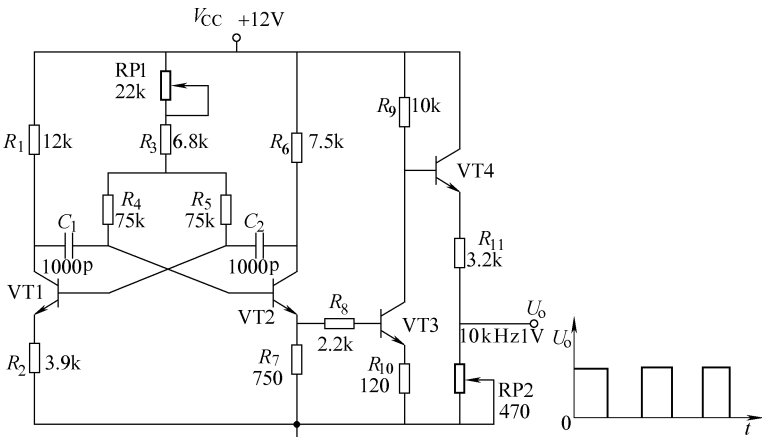


图 11-2 方波发生器电路

这个过程一直循环下去,直到 VT2 截止、VT1 饱和为止。由于耦合电容 C_1 、 C_2 交替充放电,VT1、VT2 交替饱和、截止,为了使输出脉冲稳定,VT2 的输出是从发射极引出的。

VT3 为反相器,VT4 为射极输出器。输出矩形脉冲频率为 10kHz,幅度为 1V, R_2 、 R_7 、 R_{10} 分别为 VT1、VT2、VT3 的稳定电阻, R_8 为 VT3 的限流电阻,调节电位器 RP1,可以改变输出脉冲频率,调节 RP2,可以改变输出脉冲的幅度。

3. 锯齿波发生器电路 (一)

如图 11-3a 所示是应用互补电路组成的锯齿波发生器。在图中, R_3 为 VT1 基极的限流电阻,在导通时,防止过大的基极电流流过晶体管 VT1 的基极, R_4 为晶体管 VT2 集电极漏电流的泄放电阻,以保证在 VT2 截止时,VT1 可靠截止。一般情况下,电源 $E_2 > E_1$ 。

当电源 E_1 、 E_2 刚接通时,由于电容器 C 中无电荷,所以两端电压为零 ($U_C = 0$),这时对晶体管 VT2 来说,发射极电位为零,基极电位就是 A 点的电位,故 $U_A > U_E$ 。

晶体管 VT2 截止,VT1 基极中也无电流,也处于截止状态。电容器 C 通过电阻 R_5 被电源充电,随着充电时间的增加,E 点电位也不断上升。当 E 点的电位超过 A 点电位时,VT2 进入放大区,它的集电极电流通过电阻 R_3 流向 VT1 的基极,VT1 同样脱离截止而进入放大区,VT2 的集电极电流通过 VT1 放大后,重新反馈到 VT2 的基极,这样,正反馈的结果,迫使 VT1、VT2 都处于饱和状态。电容器 C 通过饱和晶体管 VT1、VT2 放电。

随着放电时间的增加,电容器 C 的电压不断降低。当 E 点的电压降到一定值时,若参数选得合适,这时,晶体管 VT1 的基极电流不足以维持 VT1 的饱和,电路就要转向截止,通过正反馈使 VT2 也为截止状态,电路进入第二个循环过程。输出波形如图 11-3b 所示。

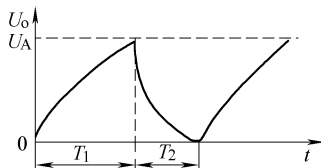
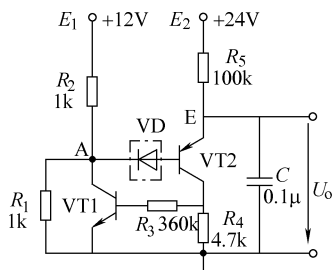


图 11-3 锯齿波发生器电路 (一)

4. 锯齿波发生器电路 (二)

各种锯齿波电压发生器,其共同点都是利用电容器的充、放电作用来产生锯齿波电压的正程和逆程的。简单的锯齿波电压发生器电路简单,但输出锯齿波电压线性很差,电压幅度随时间按指数规律变化,偏离线性严重,而且电源的利用率不高。要想获得线性良好的锯齿波电压,其关键在于设法使电容器在扫描期内维持恒流充电,这就是恒流源锯齿波电压发生器的基本出发点。恒流源就是利用共基极接法的晶体管,在发射极电流 I_e 一定时,集电极电流基本不变,维持电容器充电电流恒定这一特点来实现线性扫描的。但是当恒流电路中的晶体管随扫描电压幅度的变化而处于饱和状态后,扫描电压将不再变化,输出电压波形出现平顶现象,因此,在这种电路中,输出幅度有一定的限制,最大幅度 V_{omax} 只能为 $E_c - U_c$ 。

为了使扫描波不出现平顶而失真,则扫描的最佳周期(即最大扫描周期) T_{max} 就应为电容器充电到使晶体管 VT1 的输出达到最大幅度 V_{omax} 所需的时间,电路如图 11-4 所示。

他激式锯齿波发生器的扫描期 (T_p)、静止期 (T_o) 和周期 (T_1),取决于输入信号的休止期、脉冲宽度和周期,只有发生器的回扫期由电路的自身参数决定。

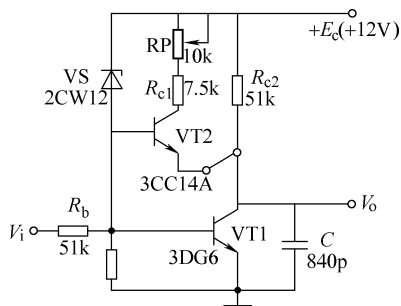


图 11-4 锯齿波发生器电路 (二)

5. 方波-三角波产生器电路

获得方波-三角波的方法很多,方法之一是利用波形变换电路,例如,正弦波通过迟滞比较器 A1 变换

为方波,再经积分器 A2 获得三角波输出。方法之二是,把迟滞比较器与积分器首尾相连,即构成方波-三角波产生器,其电路如图 11-5 所示。考虑到 A2 的输出信号三角波“ U_{o2} 、 U_{o1} 为 A2 的输入信号”,三角波 U_{o2} 的峰值电压 U_{o2m} 为

$$U_{o2m} = \frac{R_1}{R_2} U_z \quad (11-1)$$

三角波(或方波)的频率为

$$f = \frac{1}{T} = \frac{R_2}{4R_1RC} \quad (11-2)$$

式(11-1)和式(11-2)表明,如果要维持三角波的幅值不变,则 R_1/R_2 之值应固定,调节三角波的频率可通过改变 R 或 C 值来实现。

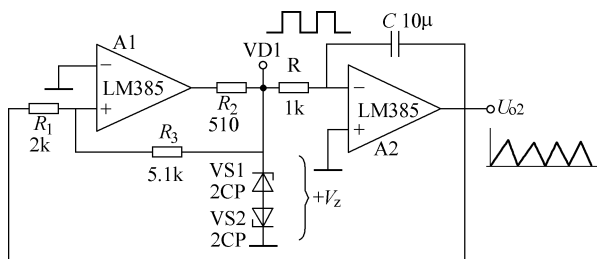


图 11-5 方波-三角波产生器电路

6. 家电维修信号发生器电路

如图 11-6 所示为信号发生器的电路原理图,本仪器是调试修理各种收、录、扩音机和其他放大器的专用仪器,有多种信号输出。经调幅后的高频信号连续可调,并配有输出插孔。外型小巧,携带方便,是电子爱好者不可缺少的实用仪器。有输出电缆一支,供测量使用。电源使用五号电池二节。

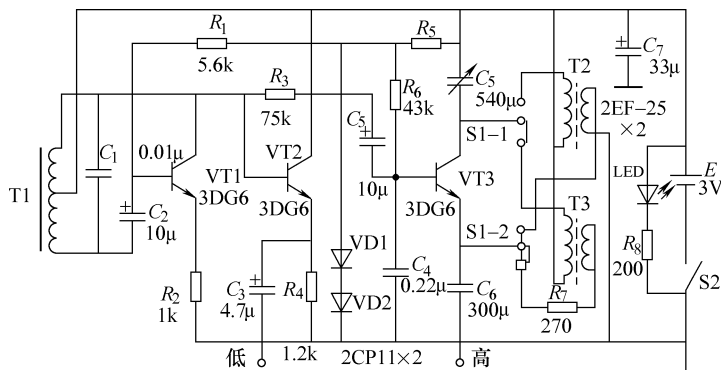


图 11-6 信号发生器电路原理图

(1) 技术指标

- 1) 中频: 465kHz;
 - 2) 中波: 450~1700kHz;
 - 3) 短波: 3.5~13.5MHz;
 - 4) 音频: 1000Hz;
 - 5) 外型尺寸: 122mm×82mm×40mm;
- 电源电压: 直流 3V (5 号电池二节)。

(2) 使用方法

1) 使用前应先打开后盖,装入电池,将电源开关拨至开,电源指示珠发光,此时,各输出插口即有信号输出。

2) 音频: 将电缆芯线及屏蔽层分别插入低频及地插口,将接地端鳄鱼夹夹住被测机地线,将另一鳄鱼夹分别接触放大器各个输入端,即有信号输出,用来调整和检查各低频放大电路的工作状态。配合示波器,还可检查各级放大器的失真情况。

3) 中频: 将电缆芯线插入高频插孔,波段选择开关拨至 MW,旋转指针对准刻度 465kHz 处,即有中频输出。将信号输入各中放回路,可校准或检查中频频率及故障所在。

4) 中波、短波: 将波段选择拨至 MW 为中波,SW 为短波,将旋钮指针拨至所需频率刻度(刻度线上层为中波,下层为短波),在音频输出插孔即有相应信号输出,可进行中波、短波的统调及高频部分的故障检查。

5) 中频、中波、短波信号可由两种形式输出,一是用电缆直接输入被测机,此时信号较强,宜检查无声及灵敏度较低等故障。另一种是仪器直接向接收机发射,可进行中频、统调等调试工作。

(3) 注意事项

1) 当被测部位电压较高(低频端大于 25V、高频端大于 100V)时,输出电缆应串入相应耐压电容,以避免损坏仪器。

2) 发射中、高频信号时,应注意幅度不要太强,即应使仪器测机保持一定距离,以避免谐波信号的影响。

3) 仪器长期不用时,应将电池退出,以免损坏元件。有关音频、中、高频统调及检修等详细方法,请参阅有关书刊。

7. 小型电流发生器电路

电气人员有时需要对过流继电器、热继电器等做周期性过流或校验,要使用一个电流发生器。利用安全行灯变压器、调压器以及电流表可自制一台小型电流发生器。

图 11-7 所示是自制的电流发生器电路,它由开关、熔丝、调压器及安全行灯变压器、电流表等组成,按图中线路连接好,将 220V 电源电压通入调压器后,经调压,行灯变压器二次电流可从 0 调到 40A 左右,并连续可调,利用它可以满足一般的过流校验。

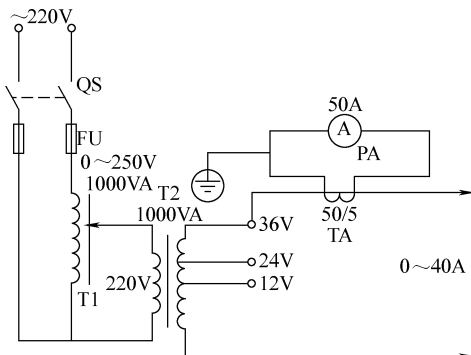


图 11-7 小型电流发生器电路

8. 多种信号发生器电路

集成电路 ICL8038 组成的音频函数发生器电路,可以产生方波、三角波和正弦波,如图 11-8 所示。电阻 R_1 与电位器 RP1 用来确定 8 脚的直流电位 U_8 , 通常取 $U_8 \geq 2U_{CC}/3$, U_8 越高, I_A 和 I_B 越小, 输出频率越低, 反之亦然。因此, ICL8038 又称为压控振荡器 (VCO) 或频率调制器 (FM)。RP1 可调节的频率范围为 20Hz~20kHz。 U_8 还可以由 7 脚提供固定电位, 此时, 输出频率 f_o 仅由 R_A 、 R_B 及电容 C_1 决定。

U_{CC} 采用双电源供电时, 输出波形的直流电平为零。当采用单电源供电时, 输出波形的直流电平为 $U_{CC}/2$ 。

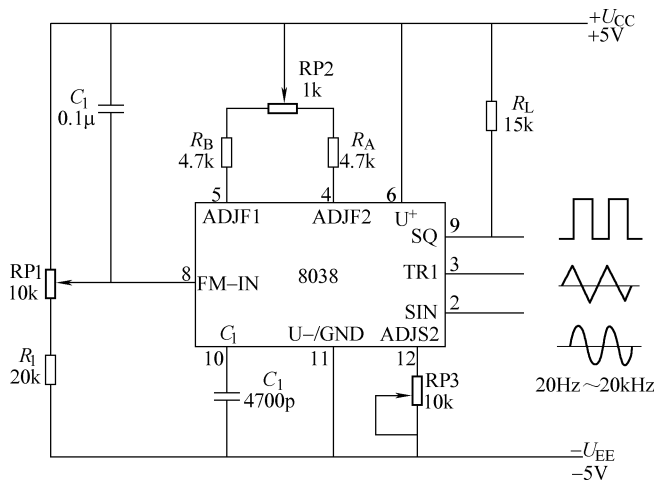


图 11-8 多种信号发生器电路

9. 变音信号发生器电路

用两片 555 定时器构成变音信号发生器, 其电路如图 11-9 所示。它能按一定规律发出两种不同的声音。这种变音信号发生器是由两个多谐振荡器组成的。一个振荡频率较低, 另一个振荡频率受其控制。适

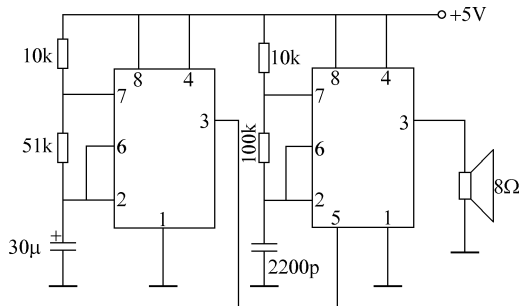


图 11-9 变音信号发生器电路

当调整电路参数，可使声音达到满意的效果。

10. 数码显示器电路

LED (Light Emitting Diode) 是发光二极管的缩写。数码显示器是由 7 段发光二极管构成的，数码显示器应用非常普遍。除此之外，还有液晶显示器 (LCD)、真空荧光显示器 (VFD)、等离子显示器 (PDP)，本章只介绍数码显示器和液晶显示器两种。

数码显示器的引脚排列及发光二极管连接方法如图 11-10 所示。

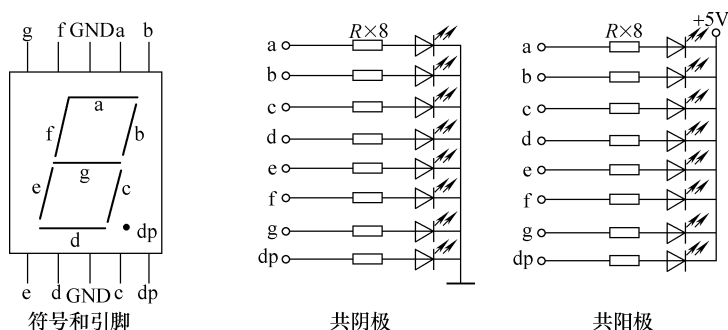


图 11-10 LED 显示器的引脚排列及发光二极管连接方法

图中，a、b、c、d、e、f、g 分别代表 7 段直线型发光二极管及其引脚，而 dp 则代表圆点型发光二极管，用于显示小数点。通过 7 段发光二极管亮灭的不同组合，可以显示十六进制数字及一些其他字母或符号。

LED 显示器中的发光二极管有共阳极和共阴极两种连接方法：

(1) 共阳极接法 把发光二极管的阳极连在一起构成公共阳极，使用时，公共阳极接 +5V。这样，阴极端输入低电平的发光二极管就导通点亮，而输入高电平的则不点亮。

(2) 共阴极接法 把发光二极管的阴极连在一起构成公共阴极，使用时公共阴极接地。这样，阳极端输入高电平的段发光二极管就导通点亮，而输入低电平的则不亮。

使用 LED 显示器时，要注意区分这两种不同的接法。

用 LED 显示器显示 16 进制数字形代码见表 11-1。

表 11-1 16 进制数字形代码

字 型	共阳极代码	共阴极代码	字 型	共阳极代码	共阴极代码
10	C0H	3FH	9	90H	6FH
1	F9H	06H	a	88H	77H
2	A4H	5BH	b	83H	7CH
3	B0H	4FH	c	C6H	39H
4	99H	66H	d	A1H	5EH
5	92H	6DH	e	86H	79H
6	82H	7DH	f	84H	71H
7	F8H	07H	灭	FFH	00H
8	80H	7FH			

11. 液晶显示器电路

液晶是指在某一个温度范围内兼有液体和晶体特性的物质。液晶不是液态、固态和气态，而是物质的第 4 种状态。

由于液晶对电、磁场、光线、温度的作用相当敏感,利用此特性将它们转换为可视信号,这就是液晶显示器。

(1) 液晶显示器的结构 液晶显示器是由两块导电玻璃支持一个液晶层,封装成一个扁平盒而构成最基本的液晶显示器。其两块玻璃的间距为 $6\sim 7\mu\text{m}$,四周用环氧树脂密封,中间注入液晶后抽成真空。根据需要,可在导电玻璃外侧贴上偏振片。如图 11-11 所示就是其中的一种。

(2) 液晶显示器的特点 将它们转换为可视信号,这就是液晶显示器。

1) 液晶显示器寿命长,能长期正常工作。

2) 无辐射污染,与显像管相比,这是最突出的优势。

3) 液晶显示器属于被动显示。液晶本身不会发光,而是靠外界光的不同反射和透射形成不同的对比度来达到显示的目的。外光越强,显示内容也越清晰。这种显示更适合于人眼视觉,不易引起眼睛的疲劳,有益于长期观看显示器的工作者。

4) 液晶显示器所需的工作电压一般为 $2\sim 3\text{V}$,所需的电流只有几个微安,属于 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的低功耗量级,因此它是低电压、低功率显示器件,与阴极射线显示器(CRT)相比,可节约相当多的功率。

5) 由于液晶为无色,采用滤色膜可实现彩色化,因此能重现电视的彩色画面,在视频领域有着广阔的发展前途。

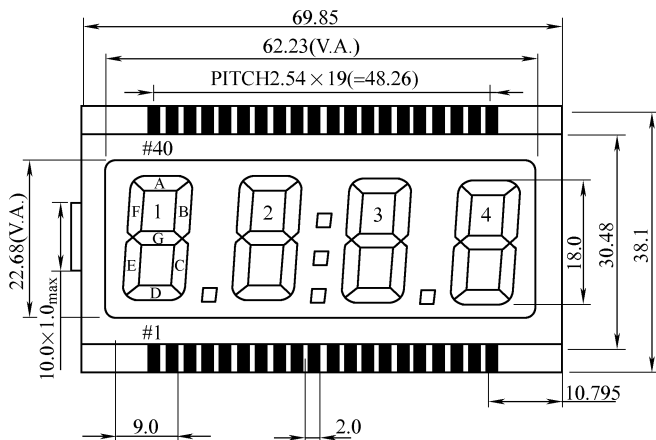


图 11-11 液晶显示器结构

12. 数字秒表显示电路

数字秒表电路如图 11-12 所示。图中的 5G5544 (IC1) 是一块石英钟集成电路,在电路中作为秒信号发生器使用。5G5544 从③、⑤

脚输出周期为 2s 的脉冲,经由 VD3、VD4 和 VT1 组成的非逻辑电平转换电路后,可得到秒信号的输出。CD4518 (IC2) 内部封装有两个相同的十进制计数器,所以可形成二位计数,如果需要更多位的计数,可以进行多级级联。

CD4511 (IC3、IC4) 是 BCD-7 段译码/驱动集成电路,它将十进制计数器输出的 BCD 码译成笔画码并驱动 LED 数码显示器显示所计秒数。随着秒信号的不断加入,共阴极 LED 数码显示器会不断显示出计数的秒数。

S1 是清零开关,当按下 S1 时,CD4518 的 Cr 端便可得到一个正脉冲,使电路清零。因为 5G5544 集成电路的工作电压为 $1.2\sim 2\text{V}$,所以需经 VD1、VD2 降压后向其提供工作电源。

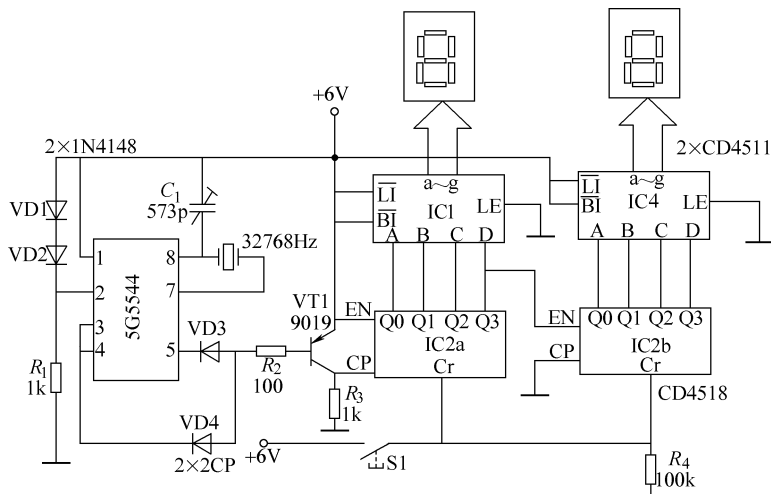


图 11-12 数字秒表显示电路

13. 汽车转弯指示灯电路

当汽车转弯时,方向指示灯一闪一闪地发光,指示转弯的方向,以引起来往车辆及行人注意安全。汽车转弯闪光指示灯电路的工作原理如图 11-13 所示,VT1、VT2 组成无稳态电路,当 S1 合上后,无稳态电路开始工作,由于 VT1 不断导通与截止,从而使继电器 K 不断吸合与释放,使指示灯电路接通和断开,灯发出一闪一闪的亮光。S2 合在“1”上时,汽车左灯发光,S2 合到“2”上时,汽车右边的指示灯发光。

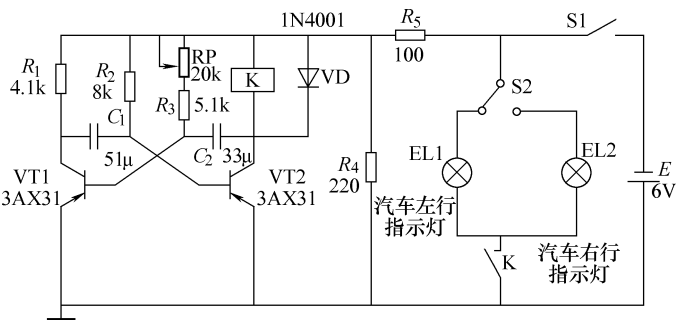


图 11-13 汽车转弯指示灯电路

14. 摩托车闪光灯电路

人们都希望摩托车有个转向闪光灯,如果自己动手装一个转向闪光灯,又经济又给自己带来方便。电路结构简单,取材容易,闪光频率稳定可靠,转向闪光灯同样适用于自行车、电动车。

晶体管 VT1 的 β 取 30~40,大了易停振,VT2 的 β 取 50~100 即可。电源可采用四节 5 号电池串连。RP 电位器,调节它可改变闪光频率。小型继电器 K 可采用 JRX-4 型,也可以自制,如图 11-14 所示。

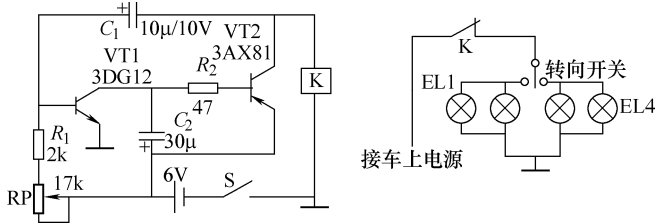


图 11-14 摩托车闪光灯电路

15. 故障信号跳闸电路

图 11-15 所示为断路器事故跳闸信号电路。它由中间继电器 KV、蜂鸣器 HA、试验按钮 SB1、解除按钮 SB2 等组成。事故音响母线 WS1、WS2 之间的回路为事故音响起动机回路。QF 为断路器的常闭辅助触点,当断路器合闸时,该常闭辅助触点断开。

当断路器事故掉闸时,其常闭辅助触点 QF 复原(即闭合)。蜂鸣器 HA 经 FU1、中间继电器 KV 的常开触点,控制开关 SA 的两对触点,断路器辅助触点 QF、FU2 构成闭合回路,发出事故音响信号。

值班人员听到后,按下音响解除按钮 SB2,于是中间继电器 KV 通电 (WS+→FU1→KV 线圈→SB2→FU2→WS),其常开触点闭合,经动合触点 KV、控制开关 SA 的两对触点、断路器 QF 的常闭辅助触点、FU2 形成回路自锁。与此同时,中间继电器 KV 的常闭动断触点打开,蜂鸣器回路被切断,音响被解除。

SB1 为音响试验按钮。按下 SB1,蜂鸣器 HA 通电发出音响。蜂鸣器 HA 的通电回路为: FU1→HA 中间继电器 KV 的常闭触点→SB1→FU2。SB1 供平时试验音响回路用。

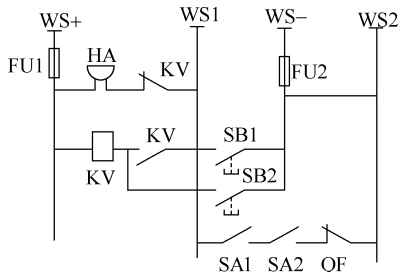


图 11-15 故障信号跳闸电路

16. 电源相序显示电路

任何供电、配电部门都应该有相序检测装置,以确保供电相序的稳定不变。任何不可逆转的机电产品本身也应具有相序检测装置,以便在主机投运前判别电源相序是否符合要求。三相电源相序指示电路如图 11-16 所示。

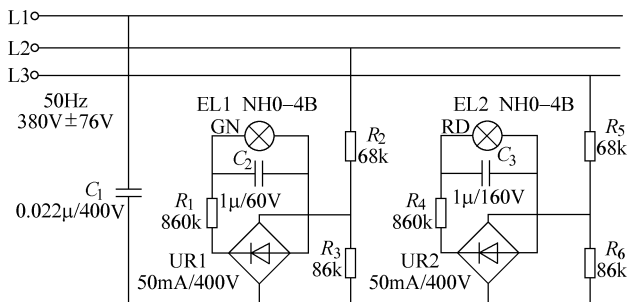


图 11-16 电源相序显示电路

当为顺向相序时， R_3 上的电压经 UR1 整流，再通过 R_1 向 C_2 充电，当 C_2 上的电压达到氖灯 EL1 的启辉电压时，EL1 点亮，发出绿光， C_2 通过 EL1 放电；待 C_2 上的电压低于一定值时，EL1 熄灭， C_2 又重新充电，一会儿 EL1 又重新点亮， C_2 重新放电……如此周而复始，绿色氖灯 EL1 不断闪烁。同理，当为逆向相序时，只有红色氖灯 EL2 不断闪烁。调整 R_1 、 C_2 和 R_4 、 C_3 的时间常数，即可调节氖灯的闪烁频率。

17. 设备运行过程显示电路

用变色发光二极管不同的光色可指示出电气设备的工作状态，电气设备工作状态指示线路如图 11-17 所示。

接通电源，变色发光二极管 LED 中的红色发光二极管 R 通电发出红色光，指示 220V 电源供电正常，当合上开关 S，电气设备正常工作时，双向晶闸管 VTH1、VTH2 均导通。VTH1 导通，将 LED 中的红色发光二极管 R 短接而熄灭，VTH2 导通，使 LED 中的绿色发光二极管 G 发出绿色光，指示电气设备正常工作。若合上开关 S，电气设备断路或熔断器 FU 熔断时，虽合上了 S，但 VTH1 仍指示供电正常 (LED 发出红色光)，绿色发光二极管不亮，说明电气设备、FU 或 S 回路有故障。

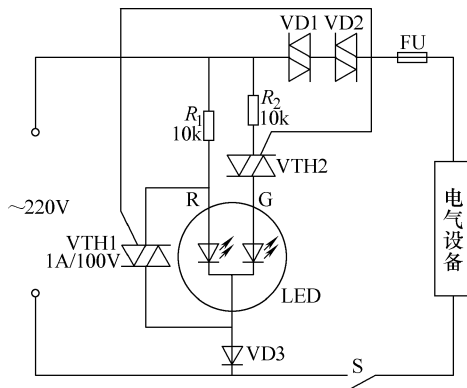


图 11-17 设备运行过程显示电路

18. 电源断相显示电路

当三相电源有一相缺电时，该线路不但能发声报警，还能根据指示灯判别是哪一相缺电。三相电源断相显示电路如图 11-18 所示。合上开关 S，在正常供电时，继电器 K1、K2、K3 都吸合，三个常闭触点都断开，常开触点都闭合，切断时间继电器 KT1~KT2、指示灯 EL1~EL3 及电铃 HA 回路。当某相缺电时，如 L1 相缺电，这样使 K1 失电，其常闭触点恢复闭合状态，KT2 得电闭合，EL1 亮，HA 响铃报警。经过一段时间后，KT2 延时时间到，常开触点延时闭合，使 KT1 得电吸合，KT1 常闭触点瞬时断开，断 EL1 电源。经过一段时间，KT1 延时时间到，其延时断开触点断开，使 KT2 失电释放，KT2 常开触点断开，KT1 失电释放。KT1 常闭触点闭合，EL1 点亮，这样，EL1 就会闪烁发光。L2、L3 缺相报警指示与 L1 相同。于是，值班人员通过电铃看到哪个灯亮了，便知道是哪一相缺电。在排除故障期间，可把开关 S 断开，电铃便停止报警显示给操作者，及时处理。

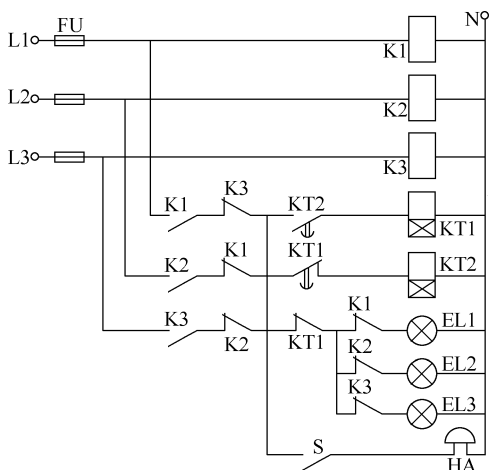


图 11-18 电源断相显示电路

19. 客人来访信号识别电路

该电子门铃电路由短脉冲识别电路、长脉冲识别电路和音乐发生电路组成,如图 11-19 所示。

下面介绍一款具有来客识别功能的电子门铃。它在用常规方法按下门铃按钮时,会奏响一首乐曲;用手短时间连续按动门铃按钮时,能发出 3 遍“叮咚”声。若家人和亲友使用后一种按铃方法,则主人可通过门铃的响声判断出来访者是家人还是亲友或陌生人。

电路工作原理:短脉冲识别电路由六非门集成电路 IC1 内部的非门 D1、非门 D3、电阻器 R_2 、电容器 C_1 、 C_2 和二极管 VD1 与 VD2 组成。

长脉冲识别电路由 IC1 内部的非门 D4~D6、电阻器 R_3 、二极管 VD3 和电容器 C_3 组成。

音乐发生电路由音乐集成电路 IC2 与 IC3、音频放大管 VT1 与 VT2 和扬声器 BL 等组成。S 为门铃按钮。 R_1 是限流电阻器。

当按常规按下 S 时,非门 D1 和非门 D4 的输入端均变为低电平,输出端均变为高电平。

由于 C_1 的隔直作用,非门 D1 输出端的高电平不能使短脉冲识别电路动作,IC2 不工作。非门 D4 输出端的高电平经电阻器 R_3 对电容器 C_3 充电,当 C_2 两端电压高于 1.5V 时,非门翻转,其输出端变为低电平,使非门 D6 的输出端变为高电平,IC3 受触发工作,输出音乐信号,该信号经 VT2 放大后,驱动扬声器 BL 奏响一首乐曲。

当短时间连续按动 S (以每秒至少一次的速度连续按动 S 约 3、4 次) 时,会在非门 D1 和非门 D4 的输出端产生连续的正脉冲信号,此脉冲信号经 VD2 整流后对 C_2 充电,当 C_2 两端高于 $V_{DD}/2$ 时,非门 D2 的输出端变为低电平,非门 D3 的输出端变为高电平,IC2 受触发而工作,输出音乐信号。此一信号经 VT1 放大后,通过扬声器 BL 发出“叮咚”声。非门 D4 输出的正脉冲不能使 C_3 两端电压升高,故长脉冲识别电路不动作,不能触发 IC3 工作。

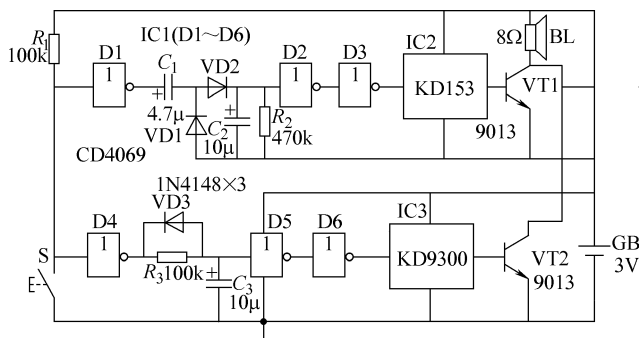


图 11-19 客人来访信号识别电路

20. 计数译码显示电路

该电路的功能是读出脉搏数,以十进制数形式用数码管显示出来,如图 11-20 所示。因为人的脉搏数

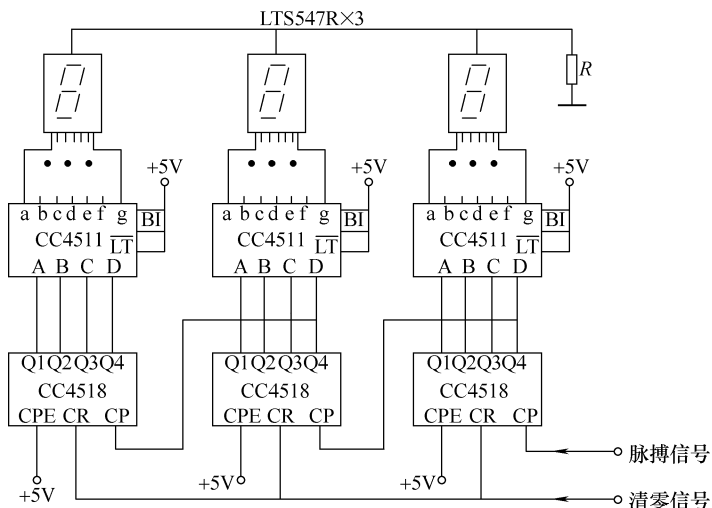


图 11-20 计数译码显示电路

最高是 150 次/min, 所以, 采用 3 位十进制计数器即可。该电路用双 BCD 同步十进制计数器 CC4518 构成 3 位十进制加法计数器, 用 CC4511BCD 七段译码器译码, 用七段数码管 LTS547R 完成七段显示。

21. 三基色显示电路

三色发光二极管是发光二极管中的一个新品种。它将发红、绿、蓝三种颜色光的 PN 结封装的管芯中, 既可以使红、绿、蓝三种颜色的 PN 结分别发光, 又可以使其中的任意两只 PN 结或者三只 PN 结同时发光, 从而产生光的合成现象。用一种高亮度三色发光二极管, 该管采用类似集成电路的外形封装, 在其顶部中央的透明圆窗之下, 三只 PN 结呈品字形排列。该发光管有六只引出脚, 三只 PN 结都有各自独立的正极与负极。经实际测量, 红、绿、蓝色 PN 结的正向导通电压约为 1.5V、2.7V、2.6V。其中蓝色 PN 结的导通电压低于 2.6V 是该管的又一个特殊之处。

三基色原理是形成彩色图像信息的基础, 如图 11-21 所示的三基色电路。将 6 只三色发光二极管排成一列, 并将同一种颜色的 PN 结串联起来, 组成一个变色发光单元。为方便制作起见, 电源使用 17V 开关稳压电源。由于组成白光的红、绿、蓝三种色光比例不同, 所以通过三种颜色 PN 结的电流也不相同。对此可以调整各发光单元的限流电阻, 将通过红色与绿色 PN 结的电流控制在 9~12mA, 将通过蓝色 PN 结的电流控制在 4~5mA 左右。

在本电路中, 与红、绿、蓝三种颜色 PN 结对应的限流电阻 R_R 、 R_G 、 R_B 分别为 820 Ω 、82 Ω 、300 Ω , 对于不同型号的发光管, 上述阻值可能会有所不同。

为了满足需要, 将 10 只这样的变色发光单元并联起来组成一个发光面, 并用三只开关分别控制三种颜色的发光面。在结构上, 可将 60 只三色发光二极管按照 6 $\times$ 10 的阵列安装在一块万用实验电路板上。电路板上的孔距与管脚的距离刚好适合, 省去了钻孔与制作印制电路的麻烦。

演示时先分别闭合控制红、绿、蓝三种颜色发光面的开关, 观察一种颜色的 PN 结发光的情况。然后同时闭合任意两只或者三只开关, 使任意两种或者三种颜色的 PN 结发光。直视发光时可以辨认出有两种或三种颜色的 PN 结在发光, 但是用它近距离照射白色的纸板或墙壁, 通过纸板或墙壁的反射, 观察到的却是单色光混合后形成的复色光。这个实验现象直观, 操作简便, 通过直射光与反射光的对比, 就明白了什么叫做三基色原理。

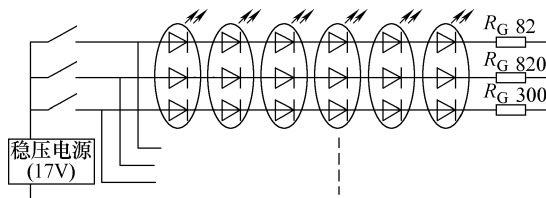


图 11-21 三基色显示电路

22. 彩色电视机彩色模拟显示电路

在彩色电视机教学中, 为了让同学了解彩色电视机的色彩合成原理, 采用本电路可以有利于直观教学, 逼真地再现色彩信号, 收到良好的教学效果。从而打破色彩的合成抽象化。

(1) 工作原理 电路如图 11-22 所示。它是根据彩电的显像电路, 用发光二极管构成彩色的合成电路。

图中 VT1 为红色发光二极管驱动电路, VD1~VD3 为超高亮度红色发光管, 工作电流设计为 0~30mA (视发光二极管特性而定), R_1 、RP1 为 VT1 基极偏置电阻, 调节 RP1, 可改变流过发光二极管的工作电流, 即可改变红色发光二极管的发光亮度。VT2 为绿色发光二极管驱动电路, VT3 为蓝色发光二极管驱动电路, VT4 为亮度调节电路。

R_1 、RP4 为 VT4 的基极偏置电路。调节 RP4 (即调节 VT4 的集电极电流), 即可改变流过红、绿、蓝三色发光管的电流, 因此也就改变了三色发光管的亮度。

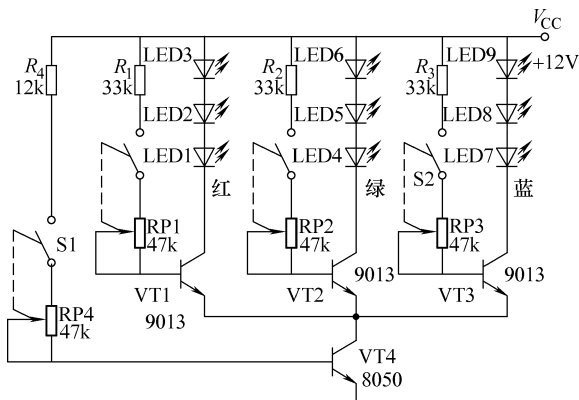


图 11-22 彩色显示电路

(2) 模拟电路的制作 发光二极管采用超高亮度的红、绿、蓝三色按一定形式进行排列。为了显色更逼真,尽量采用散光型发光二极管,同时选用一个乳白色的玻璃罩,使彩色合成在一起。三路发光二极管的电流应控制在 30mA 以内,避免电流过大,损坏发光二极管。本电路采用 12~15V 的电源电压,增加或减少发光二极管可通过改变电源电压来完成。电路中 RP1~RP4 都是带开关的电位器。每一路都可以单独工作,显示出单色,也可以三路配合调试构成白色。本电路略加改动,就能组成一个彩色球。若添上顺序控制电路,构成彩灯控制器,是一个很有用的示教系统。

23. 音频高频发生器电路

音频、高频信号发生器如图 11-23 所示。可输出音频信号、465kHz 中频调幅信号、525Hz~1605kHz 高频调幅信号。VT1 等构成高频振荡器,振荡频率由 C_3 、 L_1 决定。音乐集成块产生的音频信号一方面从插孔 XS 输出,另一方面经 R_2 、 C_1 去调制高频信号,产生调幅波。电位器 RP 用来调节音频输出信号的大小。中、高频信号由磁性天线直接辐射输出,可通过改变信号发生器与接收机的距离及相对位置来调节输出信号的大小。磁性天线中的磁棒顺向 W1 绕 70 匝, W2 绕 20 匝。 C_3 为调谐电容,改变 C_3 应能覆盖 460kHz~1610kHz,否则可增减 W1 匝数来达到。 R_3 为偏置电阻,调节 R_3 ,使 VT1 集电极电流为 0.8~1.2mA 即可。

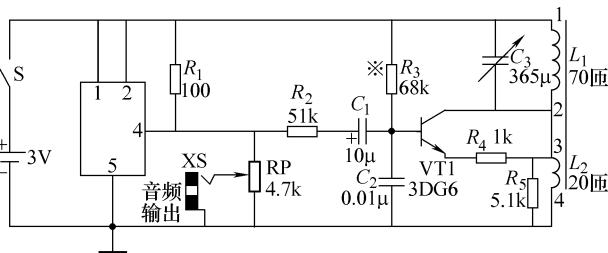


图 11-23 音频高频发生器电路

24. 高低频信号发生器电路

在调试和修理家用电器中,经常要用到低高频信号。图 11-24 是简易高低频信号发生器,它能够输出 1000Hz 的音频信号、465kHz 的中频信号和 525~1650kHz 的高频信号。它是由音频振荡器、射极输出器和高频振荡器三部分组成。

(1) 音频振荡器 晶体管 VT1 等组成音频振荡器,音频信号从集电极输出,经过 C_1R_1 、 C_2R_2 、 C_3 和 VT1 输入电阻组成的三段移相网络送回到 VT1 的基极。移相的结果,使送回到基极的信号比集电极的信号超前 180°,形成正反馈,产生音频振荡,输出约等于 1000Hz 的音频信号,直接加在晶体管 VT2 的基极上。

(2) 射极输出器 由 VT2 等组成的射极输出器,安排在音频振荡器和高频振荡器之间。它输入阻抗高、输出阻抗低,能解决前后级的阻抗匹配问题,并防止前后级之间的影响。

(3) 高频振荡器 由晶体管 VT3 等组成的高频振荡器,采用变压器耦合振荡电路,振荡频率由变压器一次侧电感 L_1 和回路电容器 C_7 、 C_8 决定。1000Hz 的音频信号经过 VT2 输入到 VT3 的基极上,对高频振荡信号进行调幅,然后由 C_6 输出已调幅的高频信号。

电路中的 R_3 、 R_4 是 VT1、VT2 的偏置电阻。VT2 的集电极发射极之间的电阻以及 R_5 、 R_6 是 VT3 的偏置电阻。 R_6 对音频信号还起衰减作用。

S1 是电源开关, S2 是中频和高频选择开关。合上 S2, C_7 和 C_8 并联,调节 C_7 , 振荡频率可以在 450~550kHz 之间连续变化,能够获得 465kHz 的中频频率。打开 S2, C_8 断开,调节 C_7 , 振荡频率可以在 525~1650kHz 之间连续变化。

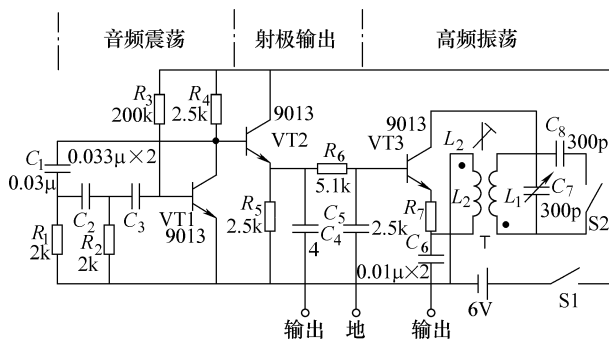


图 11-24 高低频信号发生器电路

25. 电平指示电路

电平指示电路为了保证录音电平适当, 录音机设置电平表, 用来监视录音电平。图 11-25 所示是两种普及机的电平表电路。电路接在录音放大器的输出端上。输出信号经过整流获得直流电压, 使直流电流表偏转。放音的时候指示电源电压。有些录音机, 为了减小整流电路的非线性对录音输出级的影响, 在整流之前加射极输出器隔离。

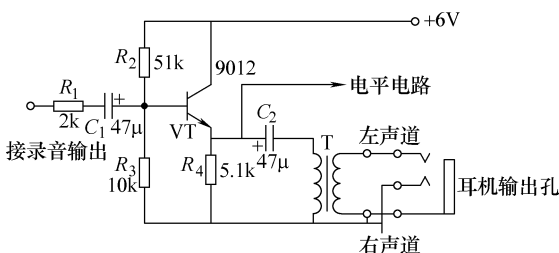


图 11-25 电平指示电路

26. 彩色传感器的辨色电路

半导体彩色传感器具有识别被测物体颜色的能力, 由 3 个光敏二极管 VD1、VD2、VD3 和 3 种颜色的滤色器 X-PHOTO、Y-PHOTO 和 Z-PHOTO 构成。各个光电二极管上分别装有红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 滤色器, 将来自物体的反射光分解为 3 种颜色。色信号经过运算放大器放大处理后, 根据不同组合逻辑处理后得到实际的颜色输出。图 11-26 是彩色传感器的放大电路, 由 X、Y、Z 输出三种颜色。图 11-26 是在图 11-25 的基础上的辨色实际应用电路。

图 11-27 是精确辨别三基色测量方法。其原理是根据三基色的波长特性 (波长、峰值、位置各不相同), 借助峰值波长滤色器和光敏二极管, 使光谱灵敏度覆盖整个可见光区域, 将图 11-26 输出 X、Y、Z, 再经过多级放大并经过 U4A、U4B、U4C 进行 A/D 转换, 得到红-黄、绿-蓝和紫色的最终结果。

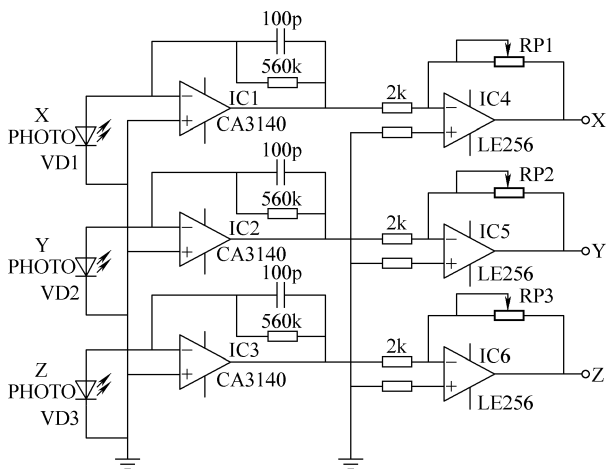


图 11-26 彩色传感器的放大电路

在彩色传感器实际使用中, 最重要的问题是照明电源和聚光系统, 且辨色元件的面积应尽可能小, 以便有效地在物体上形成照明点。用白炽灯作光源最为方便。至于光系统, 则必须注意聚光镜的焦距以及照明点的直径。

目前在市场上的彩色传感器, 价格比较昂贵, 它在机器人的制作和比赛中进行线条带的识别。从实践来看, 红外光电反射式传感器也可以满足使用要求。

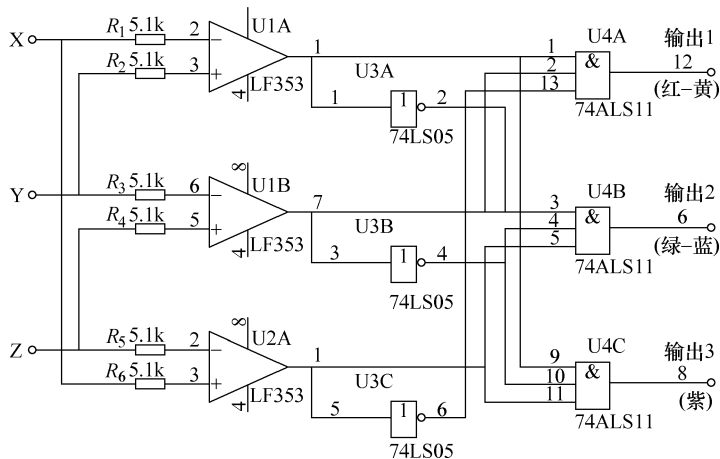


图 11-27 辨色电路

第 12 章 交直流稳压电源电路

1. 半波整流电路

半波整流电路的结构如图 12-1a 所示。图中, T 为电源变压器, u_1 为电源变压器一次侧交流电压, u_2 为电源变压器二次侧交流电压, VD 为整流二极管, I_o 为整流输出的直流电流, U_o 为整流输出的直流电压, R_L 为整流电路的负载。

半波整流电路的输入、输出电压波形如图 12-1b、c 所示。

在 u_2 的正半周, 二极管 VD 正偏导通, 有电流 I_o 通过二极管和负

载, 并在负载 R_L 两端产生上正下负的脉动直流电压 U_o 。在 u_2 的负半周, 二极管 VD 反偏截止, 没有电流通过二极管, 负载两端无输出电压。

半波整流电路只让输入交流电压 u_2 的正半周通过, 整流输出为半波脉动直流电压。

$$U_o = 0.45U_2$$

$$I_o = 0.45U_2/R_L$$

2. 全波整流电路

如图 12-2a 所示, 单相全波整流是由两个单相半波电路组成的, 变压器的二次绕组的中心抽头把 U_2 分成两个大小相等、方向相反的 U_{21} 和 U_{22} 。

工作原理: 在正弦交流电源的正半周, VD1 处于正向导通, VD2 处于反向截止, 电流经 VD1、负载电阻 R_L 回到变压器中心抽头 0 点, 构成回路, 负载得到半波整流电压和电流。

同理, 在电源的负半周, VD2 导通, VD1 截止, 电流经 VD2、 R_L 流回到变压器中心抽头 0 点, 负载 R_L 又得到半波电压和电流。

以后重复上述过程。由此可见, 全波整流电路的两只二极管 VD1、VD2 是轮流工作的, 在负载上得到的电压和电流波形如图 12-3a 所示。

3. 桥式整流电路

桥式整流电路如图 12-2b 所示, 单相桥式整流电路由电源变压器 T、整流二极管 VD1、VD2、VD3、VD4 和负载电阻 R_L 组成。与全波整流电路一样, 变压器将电网交流电压变换成整流电路所需的交流电压, 设 $u_2 = \sqrt{2}U_2 \sin \omega t$ 。

当电源电压处于 u_2 的正半周时, 变压器二次绕组的 a 端电位高于 b 端电位, VD1、VD3 在正向电压作用下导通, VD2、VD4 在反向电压作用下截止, 电流从变压器二次绕组的 a 端出发, 经 VD1、 R_L 、VD3, 由 b 端返回构成通路。有电流通过负载电阻 R_L , 输出电压 $u_o = u_2$ 。

当电源电压处于 u_2 的负半周时, 变压器二次绕组的 b 端电位高于 a 端电位, VD2、VD4 在正向电压作用下导通, VD1、VD3 在反向电压作用下截止, 电流从变压器二次绕组的 b 端出发, 经 VD2、 R_L 、VD4,

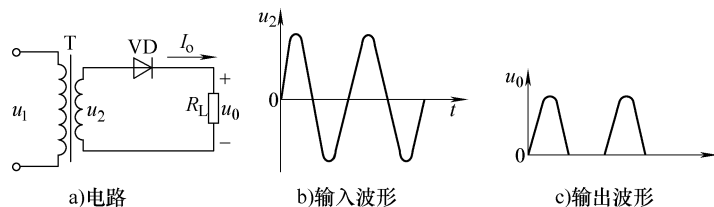


图 12-1 半波整流电路

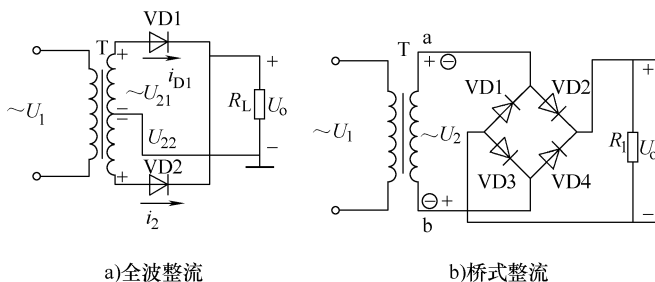


图 12-2 全波与桥式整流电路

回到 a 端。有电流通过负载电阻 R_L ，输出电压 $u_o = u_2$ 。

由此可见，在交流电压 u_2 的整个周期内，整流器件在正、负半周内各导通一次，负载 R_L 始终有电流通过，而且保持为同一方向，得到两个半波电压和电流，如图 12-3b 所示。所以，桥式整流电路也是一种全波整流电路。

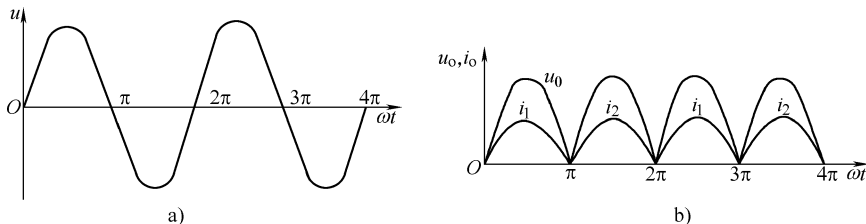


图 12-3 全波和桥式整流电压电流波形图

4. 二倍压整流电路

在实际应用中，当需要高电压、小电流的直流电源时，多采用倍压整流电路。倍压整流电路可以在不增加变压器二次侧绕组匝数和二极管反峰电压的条件下，通过多次倍压得到较高的直流电压输出。

(1) 电路结构 二倍压整流电路由电源变压器和两个二极管、两个电容器组成，其结构如图 12-4 所示。

(2) 工作原理 在 u_2 的正半周，二极管 VD1 正偏导通，VD2 反偏截止，电流通过二极管 VD1 给电容 C_1 充上了右正左负的电压 u_{c1} ， u_{c1} 基本接近 u_2 的峰值电压，即 $u_{c1} \approx \sqrt{2}U_2$ 。

在 u_2 的负半周，二极管 VD2 正偏导通，VD1 反偏截止。由于此时 u_2 与 u_{c1} 方向相同，所以它们串联起来给 C_2 充上了右正左负的电压 u_{c2} ，使 C_2 两端的电压近似等于 $2\sqrt{2}U_2$ 。经过多个周期的充电，即可使 C_2 两端的电压等于 $2\sqrt{2}U_2$ 。

通过分析可以看出，在二倍压整流电路中，每个二极管所承受的最大反向电压均为 $2\sqrt{2}U_2$ ；电容 C_1 两端的电压为 $\sqrt{2}U_2$ ；电容 C_2 两端的电压为 $2\sqrt{2}U_2$ 。这样，在负载 R_L 两端即可得：

$$U_o = 2\sqrt{2}U_2$$

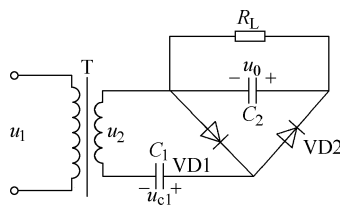


图 12-4 二倍压整流电路

5. 三倍压整流电路

(1) 电路结构 三倍压整流电路由电源变压器和 3 个二极管、3 个电容器组成，其电路如图 12-5 所示。

(2) 工作原理 在 u_2 的第一个正半周，二极管 VD1 导通，电流通过二极管 VD1 给电容 C_1 充上了右正左负的电压 u_{c1} ，使 $u_{c1} \approx \sqrt{2}U_2$ 。在 u_2 的负半周，二极管 VD2 正偏导通， u_2 和 u_{c1} 串联起来给 C_2 充上右正左负的电压 u_{c2} ，使 $u_{c2} = u_2 + u_{c1} \approx 2\sqrt{2}U_2$ 。

在 u_2 的第二个正半周，二极管 VD1 导通，电流继续通过二极管 VD1 给电容 C_1 充电，使 $u_{c1} \approx \sqrt{2}U_2$ 。同时， u_{c2} 使 VD3 导通， u_{c2} 通过 VD3 给电容 C_3 充电，使 $u_{c3} = u_{c2} \approx 2\sqrt{2}U_2$ 。这样，经过多个周期的充电，即可在负载 R_L 两端得到三倍的 $\sqrt{2}U_2$ 电压，即 $u_o = u_{c1} + u_{c3} \approx 3\sqrt{2}U_2$ 。

根据上述道理，用 n 只二极管和 n 个电容器即可组成 n 倍压整流电路。通过分析可以看出，在 n 倍压整流电路中，每个二极管所承受的最大反向电压均为 $2\sqrt{2}U_2$ 。

另外，还必须注意的是，在多倍压整流电路中，负载一定要大，负载电流一定要小，只有这样，才能有稳定的输出电压。

最后，值得说明是：

1) 在选用整流二极管时，必须使二极管的最大整流电流大于实际工作电流，一般选取 $I_F \geq 1.5I_o$ ；最

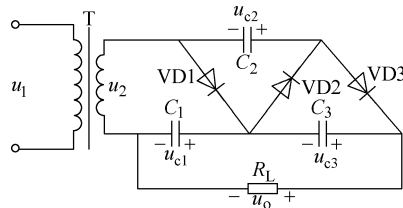


图 12-5 三倍压整流电路

高反向工作电压高于实际工作电压，以保证安全。

2) 并不是所有的整流电路都必须有电源变压器。实践中，也有利用电容器降压或直接利用市电进行整流的电路。

常用的整流电路参数见表 12-1。

表 12-1 常用的整流电路参数表

整 流 形 式	输出电压 平均值	整流管承 受的反向 电压 U_{RM}	流过整流 管的平均 电流 I_F	负载上的 平均电流 I_o	特 点	适 用 范 围
半波整流	$0.45U_2$	$\sqrt{2}U_2$	$0.45U_2/U_L$	$0.45U_2/U_L$	电路简单，输出电压的脉动性大	稳定性不高，电流小的场合
全波整流	$0.9U_2$	$2\sqrt{2}U_2$	$0.45U_2/U_L$	$0.9U_2/U_L$	负载能力较好，变压器有中心抽头	稳定性较高，电流较大的场合
桥式整流	$0.9U_2$	$\sqrt{2}U_2$	$0.45U_2/U_L$	$0.9U_2/U_L$	负载能力较强，需用四只整流管	稳定性较高，电流较大的场合
倍压整流	n 压 u_2	$2\sqrt{2}U_2$	$n\sqrt{2}U_2/U_L$	$n\sqrt{2}U_2/U_L$	可获得高压输出，负载能力差	输出电压很高，输出电流很小的场合

6. 六倍压整流电路

随着科学技术的飞跃发展，示波器已经广泛应用于生产、教学和科学研究，示波器之所以应用广泛，是由于示波器的示波管能把非常抽象的、肉眼看不到的电过程，变换成具体看得见的图像。示波管工作时需要很多挡电源，其中加速阳极需要电流很小、但电压很高的电源，多用示波器第五阳极 a5 需要 1 万 V 的高压，它是用六倍压整流后获得的。其电路如图 12-6 所示。

它由 20kHz 左右的高频高压发生器供给高频电压，经变压器升压至约 1400V，再经高压硅堆 VD1~VD6 和高压电容 $C_1 \sim C_6$ 六倍压整流和 R_1 、 C_7 滤波后，输出约 1 万 V 高压，供示波管第五阳极 a5 使用。

高压变压器用 E17 高磁导率导磁介质铁氧体铁心，线圈分层平绕，一次侧绕在内层，用标称直径 0.45mm 漆包线绕 25 圈，二次侧绕在外层，用标称直径 0.1mm 漆包线绕 1000 圈。

整流元件用高压硅堆 2DL4/0.2（最大整流电流 200mA，最高工作电压峰值 4kV）。

在电路中，由于是对 20kHz 电压整流，所以可采用小容量滤波， $C_1 \sim C_6$ 用 6800pF/3kV， C_7 用 500pF/10kV。

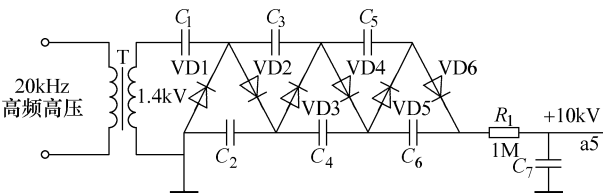


图 12-6 六倍压整流电路

7. 相敏整流电路

发送机 (FZ) 绕组和接收机 (SZ) 三相绕组一一对应连接，110V 交流电压供给发送机励磁绕组，初始角为 φ_1 ，接收机定子绕组两端输出电压和相位能够反映与发送机转子角位移 φ_2 ，即反映与发送机之间的误差角的大小和方向。平衡时，输出电压为零，否则，产生误差，输出一个电压信号。图为单相全波相敏整流，两组交替工作，分别在电阻 5.1kΩ 上有电压输出，RP1 用来调平衡。整流将交流变成直流信号，经 RP2 送往运算放大器速度环 (ST) 输入端进行放大，如图 12-7 所示。

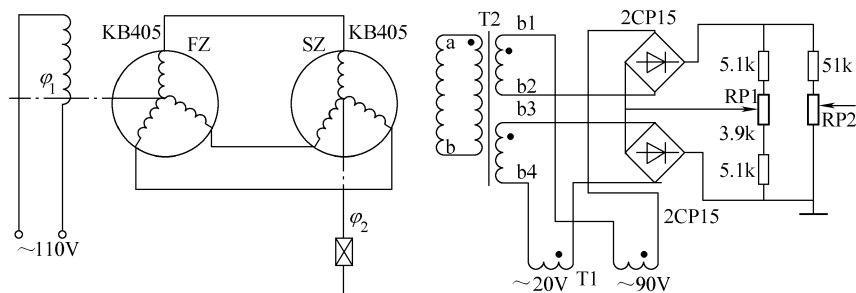


图 12-7 相敏整流电路

8. 晶闸管可控整流电路

生产中大量需要电压可调的直流电源，如直流电动机的调速、同步发电机的励磁、电焊、电镀等都要求直流电压可以方便调节。在晶闸管问世之前，为了得到可调的直流电源，不得不采用电动机-发电机组、汞弧整流器、充气闸流管等设备，这些设备效率低、笨重或者体积较大。用晶闸管组成的可控整流电路，可以很方便地把交流电变成大小可调的直流电，具有体积小、重量轻、效率高以及控制灵敏等优点，应用日益广泛。

在不影响工程计算精度的情况下，下面在分析整流电路时，把晶闸管与整流二极管都看成理想的元器件，即导通时的正向电压降与关断时的漏电流均忽略不计，并且导通与关断都是瞬时完成的。

晶闸管可控整流电路如图 12-8a~d 所示。它们的工作原理和普通的二极管非可控整流电路有相似之处，不同之处是，晶闸管必须具备阳极与阴极之间加正向电压，在门极与阴极之间加一定的触发脉冲信号，才能导通工作。每个晶闸管需要一个触发电路。其负载有电阻性、电感性。

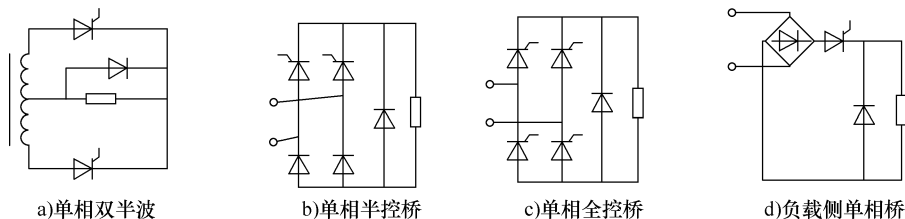


图 12-8 晶闸管可控整流电路

9. 6V、9V 可调整流电路

6V、9V 可调整流电源如图 12-9 所示的电路，使用元件少，容易装配，输出电压 6V、9V 可调，输出电流可以达到 100mA，能够代替电池给晶体管收音机供电。

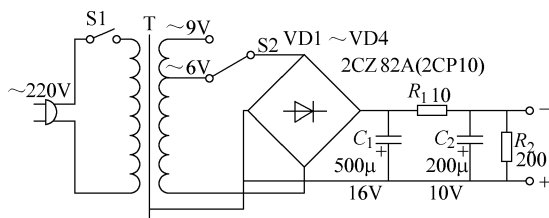


图 12-9 6V、9V 可调整流电路

电路原理：变压器 T 将 220V 市电变成 6V 或者 9V 低电压，VD1~VD4 组成桥式整流电路。在没有负载（空载）的时候，由于滤波电容 C₁ 的作用，使输出的直流电压近似等于变压器二次侧交流电压的峰值。比如变压器二次侧电压是 6V，整流滤波输出的直流电压可以达到 8.4V。但是在有负载的时候，随着负载电流的增大，输出电压下降。当负载电流增大到 100mA 的时候，输出电压大约只有 6V。晶体管收音机多

锯齿波移相触发电路由 PNP 管组成, 同步移相由晶体管 VT1 对电容 C_1 进行恒流充电, 形成负锯齿波电压, 与负的控制电压 u_c (由 RP2 调节) 和正的偏移电压 U_b (由 RP4 调节) 通过 R_3 、 R_4 、 R_5 进行并联电流叠加, 控制晶体管 VT2 由截止转为导通的时刻。电路原理如图 12-12 所示。

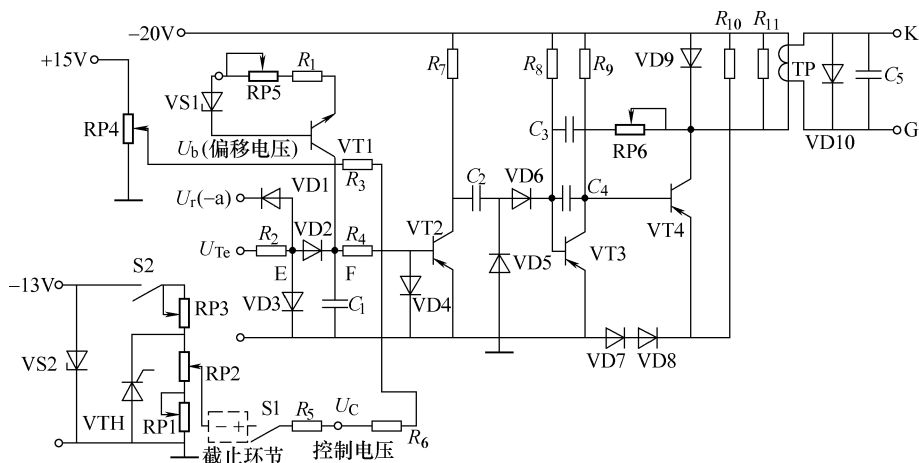


图 12-12 锯齿波移相触发电路

13. 电源滤波电路

整流电路可以使交流电转换成脉动直流电，这种脉动直流电中不仅包含直流分量，而且有交流分量。而我们需要的是直流分量，因此，必须把脉动直流中交流分量去掉。我们知道，从阻抗观点看，电感线圈的直流电阻很小，而交流阻抗很大。电容器的直流电阻很大，而交流电阻很小。若组合起来，就能很好地滤去交流分量，留下需要的直流量。这种组合就是滤波器。常用的滤波器有下面几种形式，如图 12-13 所示。

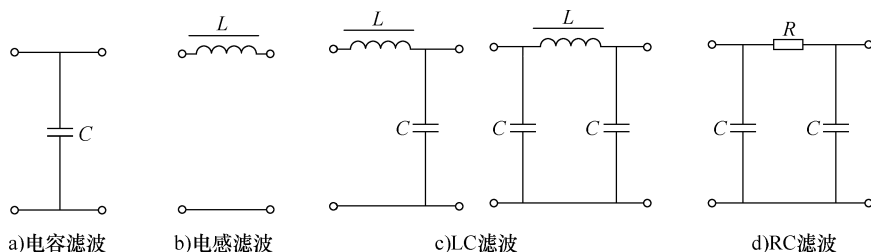


图 12-13 常用滤波器

14. 电容滤波电路

电容滤波器电路如图 12-14 所示，就是在负载两端并联一只电容组成。

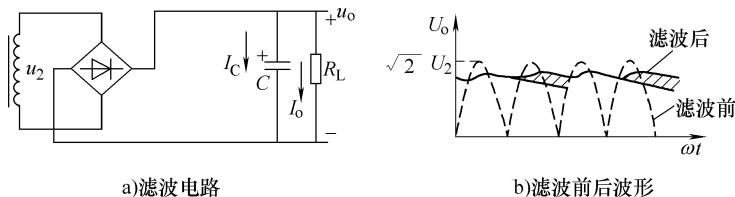


图 12-14 电容滤波器

电容滤波器的工作原理：利用了电容两端电压不能突变的特性。当二极管导通时，一方面给负载 R_L 供电，另一面对电容器 C 进行充电。充电时间常数 $T_1 = 2R_D C$ ，其中 R_D 为二极管的正向导通电阻，其值非常小，充电电压 u_c 与上升的正弦电压 u_2 一致， $u_0 = u_c \approx u_2$ ，当 u_c 充电到 u_2 的最大值 $\sqrt{2}U_2$ ， u_2 开始下降，且下降速度逐渐加快。当 $u_2 < u_c$ 时，四个二极管均截止，电容 C 经负载电阻 R_L 放电，放电时间常数 $T_2 = R_L C$ ，

故放电较慢,直到负半周。

在负半周,当 $u_2 > u_c$ 时,另外两个二极管导通,再次给电容 C 充电,当 u_c 充电到 u_2 的最大值 $\sqrt{2}U_2$, u_2 开始下降,且下降速率逐渐加快,当 $u_2 < u_c$ 时,四个二极管再次截止,电容 C 经负载 R_L 放电。如此重复上述过程。负载两端的输出电压波形如图 12-14b 所示。

由上述讨论可见,输出电压的大小和脉动程度与放电时间常数 $T_2 = R_L C$ 有关。若 R_L 开路,电容 C 无放电通路, u_o 将一直保持最大充电电压 $\sqrt{2}U_2$; 若 R_L 很小,放电时间常数很小, u_c 下降很快,使得输出电压的脉动增大。

桥式整流电容滤波后,其输出电压 $u_o = (1.1 \sim 1.4)u_2$ 范围内,滤波电容选用几十微法以上的电解电容,其耐压值应高于 $\sqrt{2}u_2$ 。

15. 电感滤波电路

如果要求负载电流较大时,输出电压 u_o 仍较平稳,则采用电感滤波。电感滤波电路如图 12-15a 所示。

我们知道,电感线圈上的直流阻抗很小,所以脉动电压中的直流分量很容易通过电感线圈,几乎全部到达负载 R_L 。而电感对交流的阻抗很大,所以脉动电压中的交流分量很难通过电感线圈。由于电感 L 和负载 R_L 串联,对交流分量可看成是一个分压器,如果我们选择电感的感抗 $X_L = \omega L$ 比负载 R_L 大很多(如交流电源是 50Hz,全波和桥式整流后的脉动频率是 100Hz,半波整流后是 50Hz),那么,交流分量将大部分降在电感上,在负载 R_L 上的交流分量就很小了。这样将原来的脉动较大的直流输出变为较平稳的直流输出了,如图 12-15b 实线所示。

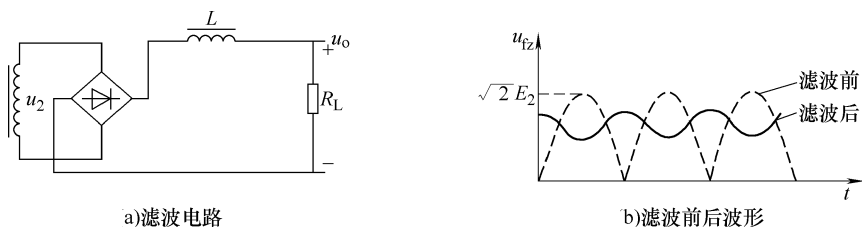


图 12-15 电感滤波器

如果 R_L 一定,电感越大,输出电压波动越小,滤波效果就越好。所以电感滤波一般适用于负载变动较大、负载平均电流较大的场合。

16. 复式滤波电路

通过电容滤波或电感滤波的分析,直流输出或多或少仍有波动。在要求较高的场合,为了得到更加平滑的直流,可以采用复式滤波器。

(1) LC 滤波器 我们知道,电容滤波器适用负载较大的情况,而电感滤波器适用负载较小的情况,如果把这两种电路组合起来,就构成了如图 12-16a 所示的滤波器,它对于一般负载都可以适用。

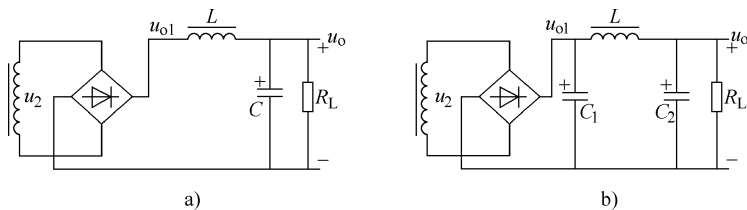


图 12-16 LC 滤波和 LC- π 型滤波电路

在 LC 滤波器中,脉动电压将经过双重滤波作用,使交流分量大部分被电感 L 阻止,即使有小部分通过了 L ,还要经过电容 C 的滤波作用使交流旁路,因此,在负载上的交流分量很小,从而达到了滤除交流的目的。

(2) LC- π 型滤波电路 如图 12-16b 所示。LC- π 型滤波器是由 C 型滤波器和 LC 滤波器组合而成, 滤波过程: 交流电整流后先经 C 型滤波器滤波, 然后再经 LC 滤波器滤波, 所以 π 型滤波器性能比 LC 和 C 型滤波器都要优越, 在 R_L 上获得的电压将更平滑。

由于 LC- π 型滤波器前面接有电容, 所以这种滤波器的外特性和电容滤波器相似。

17. RC 滤波电路

在有些场合, 如果负载电流不大, 为了减轻重量, 降低成本, 缩小体积, 可将上述两个复式滤波器上的 L 用一只电阻来代替, 组成 RC 型滤波器和 RC- π 型滤波器, 如图 12-17 所示。

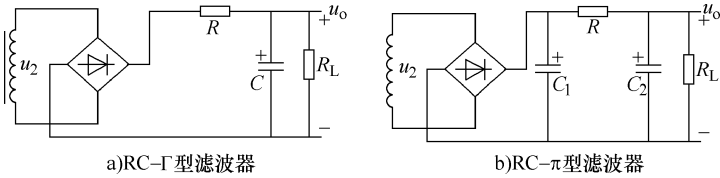


图 12-17 RC 滤波电路

在 RC 滤波器中, R 大滤波效果好, 但电阻上压降损失也大。一般在小电流的场合, 电阻通常取几十到几百欧, 电容取几百微法 ($200\mu\text{F}$, $500\mu\text{F}$)。

在整流后需加滤波电容, 滤波电容的容量需根据用电负荷的大小来选取, 通常选用几十微法至几百微法。有些要求较高的直流电源, 还需增设集成稳压器进行稳压, 以取得纹波较小的高质量的稳压电源。滤波电容容量与负载电流的关系见表 12-2, 可根据输出电流选择滤波电容的大小。

表 12-2 滤波电容容量与负载电流的关系

I_0	2A 左右	1A 左右	0.5~1A	0.1~0.5A	50~100mA	<50mA
电容容量	4000 μF	2000 μF	1000 μF	500 μF	200~500 μF	200 μF

其次要确定电容的耐压值, 耐压值选小了, 会因过电压而击穿, 选大了会增加体积和成本, 可按下式确定电容的耐压值:

$$U_C = \sqrt{2}U_2$$

18. 并联稳压电源电路

如图 12-18 所示为并联型直流稳压电源电路。电源 220V 经变压器降压, 全波桥式整流、电容滤波、稳压二极管稳压, 输出直流电压供给负载。输出直流电压等于电源变压器二次侧电压的 0.9 倍。由于电路简单, 该电源用于要求不高的场合。

市电 U_1 ($U_1 = 220\text{V}$) 经过变压器降压后得交流电压 U_2 ($U_2 = U_1 N_2 / N_1$), 交流电压 U_2 经过单相桥式整流电路后获得直流电压 U ($U_2 \approx 1.2u_2$), 为了不使电路中产生电压突变的情况, 还要经过滤波电路, 把电容和负载电阻并联, 以便吸收脉动电流, 并使输出电压保持平稳, 经过整流滤波电路之后的输出电压和我们所求的直流电压还有相当的距离, 为了能够得到更加稳定的直流电源。我们在整流滤波电路后还要经稳压电路稳压, 这样就得到了我们所求直流电压。

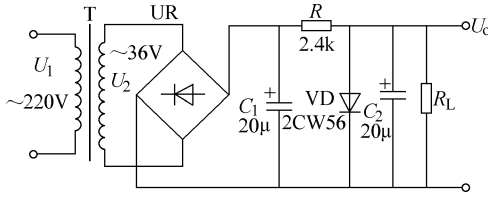


图 12-18 并联型直流稳压电源电路

19. 并联直流稳压电源电路

直流电源采用并联型, 经整流、滤波、限流、稳压, 分别输出 $\pm 10\text{V}$ 电压, 该电路简单, 成本低, 能满足各种应用场合要求, 如图 12-19 所示。

图中 6.3V 指示灯 EL1、EL2, 分别指示机床的运行和停止状态, 由继电器控制电路控制。

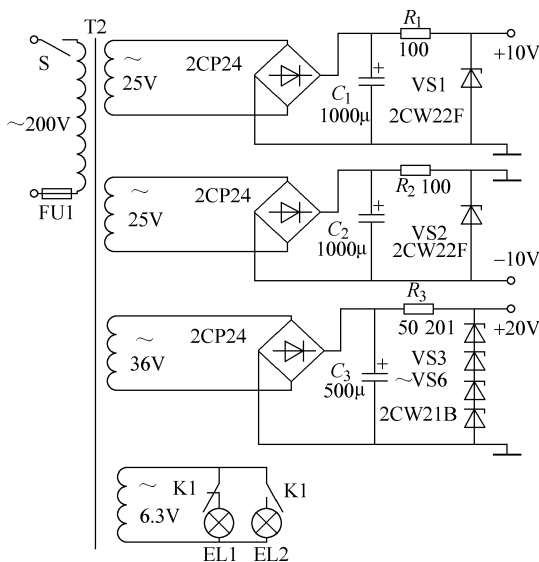


图 12-19 并联直流稳压电源电路

20. 分立元器件稳压电源电路

直流稳压电源由整流、滤波、放大、稳压、取样电路组成,最后输出 $0\sim 50\text{V}$ 电压,供给光电控制电路,如图 12-20 所示。

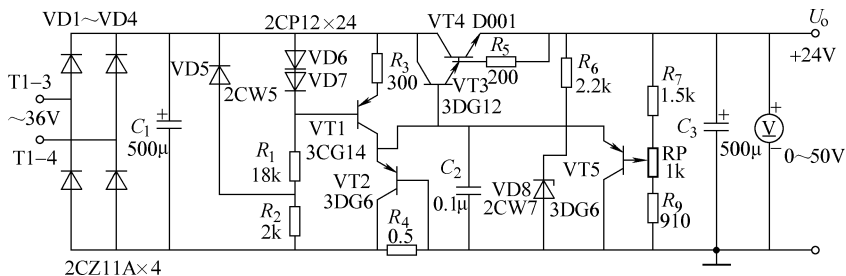


图 12-20 直流稳压电源

21. 串联稳压电源电路

典型稳压电源结构如图 12-21a 所示。可以看出, 一个稳压电源通常都是由变压器、整流滤波、调整元件、比较放大、基准电源和取样等 6 个部分构成, 有些稳压电源中还有过载或短路保护装置。

电路由变压器 T 将 220V 降压为 10V, VD1~VD4 桥式整流把交流 10V 变为脉动的直流电, 经电容 C_1 滤波, 再由稳压、放大、取样环节, 使调整管 VT2 工作, 输出直流电 U_o 为 6V。调整取样电阻 RP 的大小, 就可以改变输出电压 U_o 。在 6V 以内变化, 该电路输出电流 I_o 为 200mA。

它的稳压工作过程是：当输出电压发生变化时，通过电阻分压器来“取样”，与基准电源比较后，放大器将误差信号放大，送到调整管的基极调整其管压降，以达到稳定输出电压的目的。一般地讲，放大环节的放大倍数愈大，稳定度就愈高。

下面我们对图 12-21a 所示稳压电源方框图逐一分析如下：

(1) 基准电压 基准电压应是一个稳定性较高的直流电压, 否则, 由于基准电压值改变了, 即使 U_{sr} 不变, 也会引起输出电压的变化, 影响了输出电压的稳定性。

目前, 基准电压往往采用硅稳压管 V_S 和 R_5 取得, 如图 12-21b 所示, 稳压管电路的关键是选择限流电阻, 其阻值应保证当输入电压 U_{in} 最小时, 流过稳压管的电流也不小于维持稳定电压下的最小电流 I_{Zmin} ;

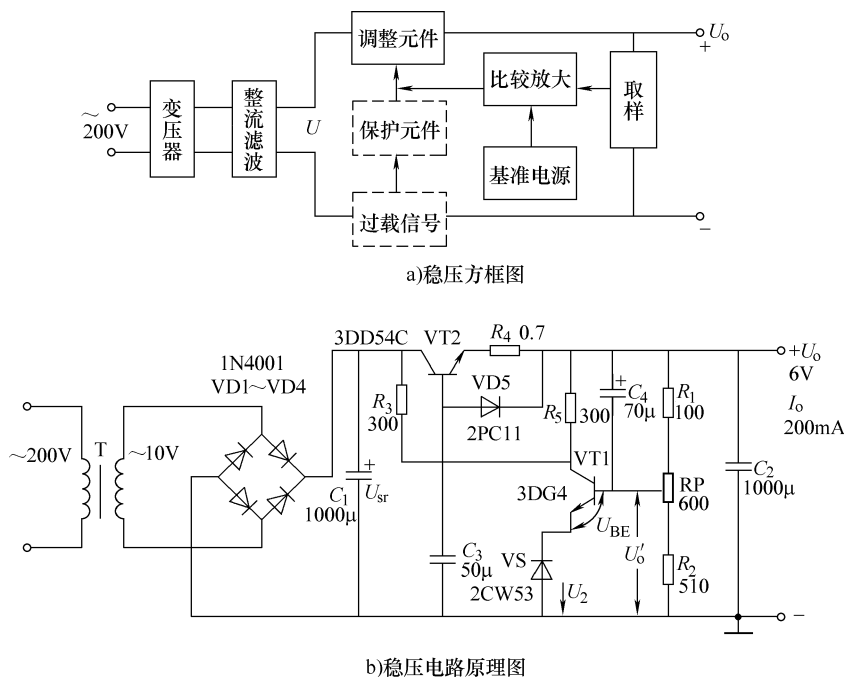


图 12-21 串联型直流稳压电源

而当输入电压 U_{sr} 达到最大值时, 应保证流过稳压管的电流不大于它的最大允许电流 I_{zmax} , 即要求限流电阻同时满足:

$$R > \frac{U_{Srmax} - U_z}{I_{zmax}} \text{ 和 } R < \frac{U_{Sr} - U_z}{I_{zmax}}$$

(2) 取样环节 取样环节是一个电阻分压器, 由 R_1 、 R_2 、 RP 组成, 取样电路的任务是将输出电压 U_o 的一部分取出, 加到比较放大器去, 和基准电压进行比较, 以检出输出电压 U_o 变化值, 并经放大后去控制调整环节。

(3) 比较环节 比较放大器是将取样电路得到的电压 U 即与基准电压 U_z 进行比较, 然后以两者之差进行放大再去控制调整管, 以稳定输出电压。应该指出, 放大器的增益将直接影响稳压电源的质量指标。最简单的比较放大器是一个单级直流放大器, $VT1$ 组成单级直流放大器为比较放大环节, 作用在放大管 $VT1$ 上的输入电压 $U_{be} = U_o - U_z$ 。

(4) 调整环节 调整环节是稳压电源的核心环节, 因为输出电压最后要依赖调整环节的调节作用才能达到稳定, 而且稳压电源能输出的最大电流也主要是取决于调整环节。

调整环节是由工作在线性区的功率管 $VT2$ 组成, 它的基极电流受比较放大级输出信号控制。由于稳压电源的输出电流全部要经过调整管, 因此, 应保证所选用的调整管具有足够的功耗和集电极电流。

22. 三端固定稳压电源电路

三端稳压电源由变压器 T 、整流桥 $VD1 \sim VD4$ 、滤波电容 C_1 和三端固定稳压集成块组成, 固定输出 15V 电压, 不可调整, 如图 12-22 所示。

不同的稳压块的输入和输出电压等参数是不同的, 读者在选用时一定要注意。

几种不同的稳压块参数见表 12-3。

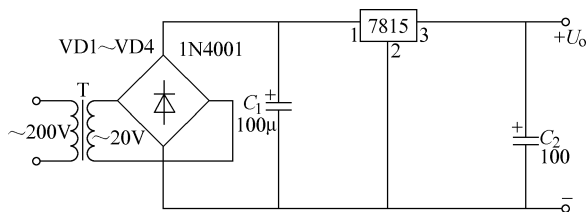


图 12-22 三端固定稳压电源电路

表 12-3 几种不同的稳压块参数表

型 号	7805	7812	7815	7818	7824	7905	7912	7915
输入电压/V	10	19	23	26	33	−10	−19	−23
输出电压/V	5	12	15	18	24	−5	−12	−15
静态电流/mA	8	8	8	8	8	2	3	3
短路电流/A	2.2	2.2	2.1	2.1	2.1	2.5	2.5	2.2
压差/V	2	2	2	2	2	2	2	2

23. 正、负直流稳压电源电路

图 12-23 采用集成正、负稳压器的电源电路，变压器的二次侧输出电压为 24V，经全波整流后输出的直流电压为 $24\text{V} \times 0.9 = 21.6\text{V}$ 。两个 $1000\mu\text{F}$ 电容器分别为两个桥式整流电路的滤波电容。经过集成稳压器稳压后，分别输出正、负 15V 的直流电源。

集成稳压器内部稳压系统及纹波消除系统十分完善，因此，滤波电容不必太大。特别是目前使用广泛的声控灯开关，均使用这种电源供电。

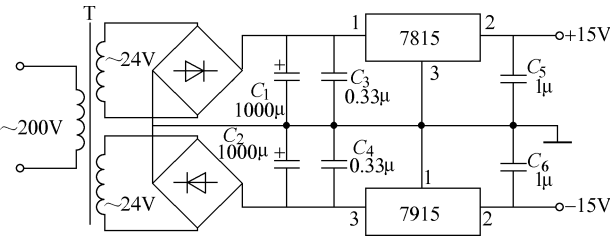


图 12-23 正、负直流稳压电源电路

24. 三端可调集成稳压电源电路

三端可调整集成稳压器的品种较多，三端指的是电压输入端、电压输出端和电压调整端，正压指的是输出正电压。国际流行的正压输出稳压器有 LM117/217/317 系列、LM123 系列、LM140 系列、LM138 系列和 LM150 系列等。图 12-24 为 LM317 三端可调式直流稳压电源电路，输出电压连续可调的直流电源，全波整流、电容滤波直流电源。交流电源变压器二次侧采用对称双次级，输出直流电压为变压器二次侧电压的 0.9 倍。

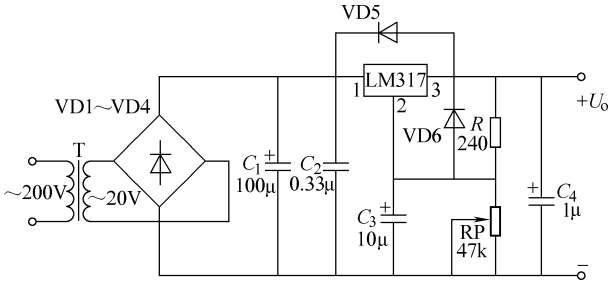


图 12-24 三端可调式直流稳压电源电路

LM317 是三端正稳压器，它的输出电压可调，稳压精度高，输出纹波小，一般输出电压为 1.2~5~35V，最大负载电流为 1.5A，电路内部设置过电流保护、芯片过热保护及调整管安全工作区保护，它的工作温度为 0~150℃。主要参数见表 12-4。

表 12-4 LM317 的主要参数表

电压调整率	电流调整率	基准电压	调整端电流	调整端电流变化	纹波抑制比	输出电压温度变化率	最大输入电压	最小输入电压
0.01%V	1%V	1.25V	50μA	0.2μA	80BD	0.7mV/℃	40V	3V

25. 声光报警的直流稳压电源电路

本电路具有两路直流稳压电源，其中主电源输出 1.530V 连续可调，另一路辅助电源输出 5V 固定电压的直流电源，供短路保护、声光报警用。如主电路输出端短路，则立即切断变压器二次侧 30V 交流电路，进行全保护，同时伴有声光报警，提醒用户。待故障排除后，又恢复正常。本电路具有稳定、可靠、反应迅速的特点，可以解决一些直流电源无保护，频繁烧坏元件的问题。

(1) 电路工作原理

1) 主电源电路原理：如图 12-25 所示，交流 220V 经变压器 T_1 变压，VD1~VD4 桥式整流，电容 C_1 滤波，LM317 三端稳压，调节电位器 RP 使直流输出电压为 1.5~30V，观看电压表读数。其中 EL 为交流指示灯，J1 为继电器常闭触点，电容 C_2 改善纹波和抑制过电压， C_3 改善负载的瞬态响应。

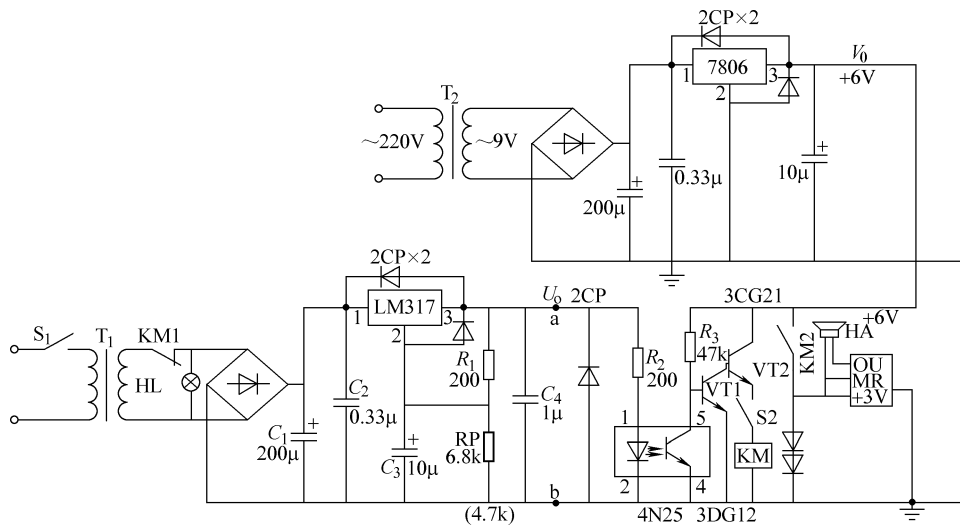


图 12-25 电路原理图

2) 短路保护与声光报警电路：短路保护电路采用光耦合器 4N25，输出端对输入端无反馈作用，信号只能单向传递的原理，实现光传递控制。光耦合器由发光二极管和光敏晶体管组成。 R_1 、 R_2 、4N25 构成信号控制电路，控制 VT1、VT2、K、Y 组成音频振荡电路。电路正常时，直流输出经 R_1 、 R_2 加至 4N25 的 1、2 脚，发光二极管发光，使 5、4 端导通，VT1 基极零偏而截止，音频振荡器不工作。当直流输出短路时，电压为零，发光二极管不工作，光敏晶体管截止，与 R_3 分压，给 VT1 基极提供正向偏流使其导通。VT2 放大管工作，集电极上继电器 K 线圈有电，串在 T_1 二次侧上常闭触点断开，切断交流电源，绿色指示灯熄灭，对电路实现全保护。K2 常开触点闭合，发光二极管闪闪发光，音乐片电路工作，奏出一首美妙动听的音乐，完成声光同时报警，提示用户，检查排除故障后，电路又恢复正常。

3) 辅助稳压电源：辅助电源仅用于保护和声光报警电路，主电路无短路时，辅助电源处于“待机”状态，电路原理从略。复位按钮 S2，电路排除故障期间，为了解除声光报警，使之置“复位”。故障排除后，将 S2 置“保护”状态。

(2) 元器件选择 T_1 选择 220/30V， T_2 为 220/9V，三端稳压集成块为输出电压可调的 LM317，光耦合器选 4N25，音乐片选用国际名曲 KD—9300，+6V 输出三端稳压选用 7806，VD1~VD4 选用 1N4007，VD5~VD8 为 1N4001，RP 选用 6.8k Ω 电位器，K 选用 JRX-13F 小型功率继电器，VT1 为 3DG12，VT2 为 3CG21，其他元件参数如图 12-25 所示。

26. 开关稳压电源电路

前面学习的串联式稳压电源，由于调整管工作在放大态，在电路中相当于一个可以自动调整阻值的可变电阻，管子的功耗大、效率低。而开关电源的开关管不是饱和就是截止，管子的功耗小、效率高。这种

利用开关原理工作的稳压电路就是开关稳压电源。

(1) 电路组成 串联式开关稳压电源的结构如图 12-26 所示。图中, T 为电源变压器, VD1~VD4 为整流桥, C_1 、 C_2 为电容滤波, VT 是开关管, 工作状态受控于基极控制脉冲信号 u_k , 控制脉冲信号 u_k 来自控制电路, 控制电路受控于输出电压 U_o , VD 是续流二极管, L 是扼流电感。

(2) 工作原理 开关电源的核心部分是一个工作在开关状态的逆变器, 它可以把直流电流逆变为高频脉冲电流。当电源接通时, U_i 输入, 此时 U_o 小于上限允许值 U_{omax} , 经控制电路作用, 开关管基极的控制脉冲信号 u_k 为高电平, VT 处于饱和导通态。 U_i 经 VT、L 向 C_2 充电, 形成输出电流 I_o 和输出电压 U_o 。

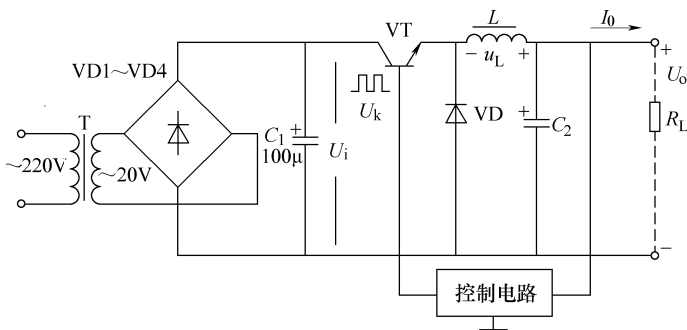


图 12-26 开关稳压电源电路

U_o 随着时间的延续而升高, 当上升到上限允许值 U_{omax} 时, 经控制电路作用, 开关管基极的控制脉冲信号 u_k 为低电平, VT 处于截止态。由于扼流电感 L 中的电流不能突变, L 产生自感电压 u_L , u_L 的极性如图 12-26 所示, 续流二极管 VD 因正偏而导通, u_L 经 R_L 、VD 续流, 同时 C_2 放电, 从而保持了开关管截止期间负载电流的连续, 但电流、电压是逐渐减小的。

当 U_o 下降到下限允许值 U_{omin} 时, 经控制电路作用, U_k 为高电平, VT 处于饱和导通态, C_2 又被充电, 此时续流二极管 VD 因反偏而截止, U_o 再次上升。当 U_o 上升到 U_{omax} 时, 控制脉冲信号 u_k 变为低电平。如此反复, 电路处于开关态, 使输出电压 U_o 始终保持在允许的 $U_{omax} \sim U_{omin}$ 之间波动, 波动的范围一般在毫伏量级, 从而达到稳压的目的。

27. 输出 12V、2A 的直流稳压电源电路

图 12-27 所示是一种输出平稳 12V、2A 直流稳压电源电路图, 用于电视机中或其他电源电压 12V 电流为 2A 的电器上。图中的 RP 可调整输出电压。

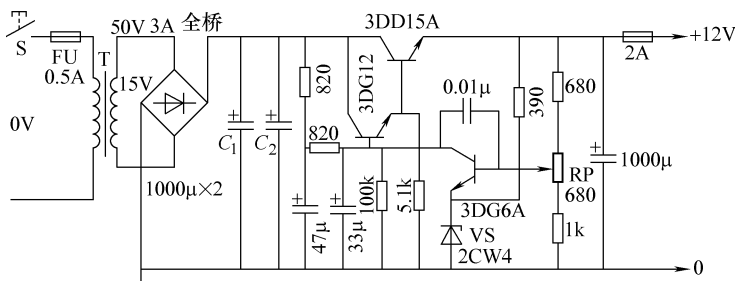


图 12-27 输出 12V、2A 的直流稳压电源电路

28. 蓄电池恒流充电电路

在蓄电池充电电路中, 目前广泛采用自耦变压器和变阻器来调节充电电流, 它的缺点是必须不断地监视和调节电流。图 12-28 所示是一种能自动保持充电电流在给定值上的电路。它采用在变压器一次绕组中串联电容的办法, 使充电过程中, 电容和绕组之间的电压不断重新分配, 从而使充电电流保持给定值。

为使充电电流保持在 5.5A 左右, 变压器应选用功率大于 170W, 二次侧每半个绕组空载电压约为 27V

由 3~9V 连续可调, 输出电流可以达到 100mA, 适合电源电压不同的多种晶体管收音机使用。

电路原理: 变压器二次侧的低压交流电, 经过整流二极管 VD1~VD4 整流, 电容 C_1 滤波, 获得直流电, 输送到稳压部分。稳压部分由调整管 VT1、放大管 VT2 和起稳压作用的硅二极管 VD5、VD6 等组成。晶体管集电极和发射极之间的电压降简称管压降。调整管 VT1 上的管压降是可变的, 当输出电压有减小的趋势, 管压降会自动地变小, 维持输出电压不变, 当输出电压有增大的趋势, 管压降又会自动地变大, 仍维持输出电压不变。可见, VT1 相当于一个可变电阻, 由于它的调整作用, 使输出电压基本上保持不变。调整管的调整作用是受放大管 VT2 控制的, 输出电压经过电位器分压, 输出电压的一部分加到 VT2 的基极和地之间。由于 VT2 的发射极对地电压是通过二极管 VD5、VD6 稳定的, 可以认为 VT2 的发射极对地电压是不变的, 这个电压叫做基准电压。这样, VT2 基极电压的变化就反映了输出电压的变化。如果输出电压有减小 (指绝对值, 下同) 趋势, VT2 基极发射极之间的电压也要减小, 这就使 VT2 的集电极电流减小、集电极电压增大。由于 VT2 和 VT1 是直接耦合的, VT2 集电极电压增大, 也就是 VT1 基极发射极之间的电压增大, 这就使 VT1 加强导通, 管压降减小, 维持输出电压不变。同样, 如果输出电压有增大的趋势, 通过 VT2 的作用使 VT1 的管压降增大, 维持输出电压不变。

VD5、VD6 是利用它们在正向导通的时候正向压降基本上不随电流变化的特性来稳压的。硅管的正向压降大约是 0.7V, 两只硅二极管串联可以得到大约 1.4V 的稳定电压。利用正向特性进行稳压没有利用反向击穿特性效果好, 它的优点是能够提供较低的稳定电压。 R_3 是提供 VD5、VD6 正向电流的限流电阻。 R_2 是 VT2 的负载电阻, 又是 VT1 的偏流电阻。 R_1 是为了在输出电流较大的时候, 减小 VT1 管压降而设置的。 C_2 是考虑到在市电电压降低的时候, 为了减小输出电压的交流成分而设置的。 C_3 的作用是降低稳压电源的交流内阻和纹波。

31. 大功率直流稳压电源电路

为了减少对电网的干扰, 特别是减少整流装置高次谐波对电网的影响, 系统主电路采用晶闸管三相全控整流电路, 输出采用 r 型滤波器, 主电路如图 12-31 所示。三相全控桥式整流电路与三相半波整流电路相比, 输出整流电压提高一倍, 输出电压脉动较小, 变压器的利用率高, 且无直流磁化问题。由于三相桥式整流电路控制快速性好, 因而在大容量负载供电、电力拖动控制等方面获得广泛的应用。

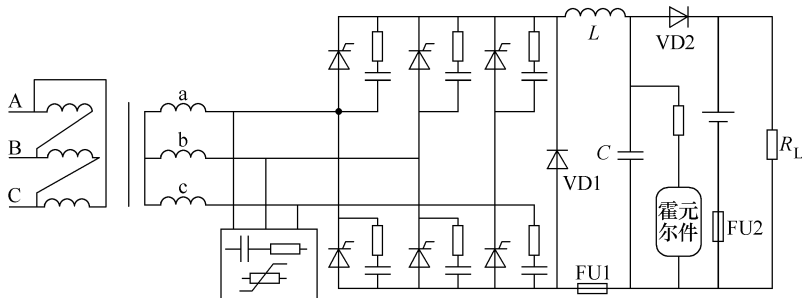


图 12-31 主回路电路图

在设计过程中, 采用了理论分析和工程算法相结合的方法。这里对各个环节的原理、作用和计算加以简单的说明。

整流器设计 已知系统强充电流 (稳流输出) 为 0~50A, 浮充电压 (稳压输出) 为 0~300V 可调, 所以, 可很方便地求出主回路的各项参数。

1) 整流变压器设计: 整流变压器的作用主要是变换电压, 同时能够抑制电网和主回路之间的相互干扰。由于有续流二极管存在, $0^\circ < \alpha < 60^\circ$ 时电压波形连续。

二次侧相电压有效值 U_d 的计算。在电压连续时有

$$U_d = \frac{6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3}+\alpha}^{\frac{2\pi}{3}+\alpha} (\sqrt{6}U_2 \sin\omega t) d\omega t = \frac{3\sqrt{6}}{\pi} U_2 \cos\alpha$$

工程上取

$$U_2 = \frac{\pi}{3\sqrt{6}} \times \frac{K_0}{\epsilon\beta} \times U_{dn}$$

式中 K_0 ——安全系数,一般取 $K_0=1\sim 1.2$;

U_{dn} ——整流器相应于额定电流 I_{dn} 的额定输出电压;

ϵ ——网压波动系数,对一般供电质量可取 $\epsilon=0.9$;

$\beta=\cos\alpha_{\min}$ ——最小相控角;为了在额定负载下系统仍能进行电压调节,不能按控制角 $\alpha=0$ 进行计算,一般规定 $\alpha_{\min}=15^\circ\sim 30^\circ$ 。

由此可求得

$$U_2 = \frac{\pi}{3\sqrt{6}} \times \frac{1.2}{0.9\cos 20^\circ} \times 300\text{V} = 182\text{V}$$

二次侧相电流有效值的计算。根据变压器二次侧相电流的波形,不难推导出

$$I_2 = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_A^2 d\omega t} = 0.816 I_{\text{dn}} = 0.816 \times 50\text{A} = 41\text{A}$$

一次侧相电流有效值 I_1 的计算。忽略变压器励磁电流,根据磁势平衡原理有

$$I_1 = \frac{N_2}{N_1} I_2 = \frac{U_2}{U_1} I_2 = \frac{182}{220} \times 41\text{A} = 34\text{A}$$

变压器容量 S 的计算。由于已求出 $U_2 I_2$ 的值,所以选取变压器的容量为

$$S = 3U_2 I_2 = 3 \times 182 \times 41\text{VA} \sim 22\text{kVA}$$

2) 滤波电抗器电感量 L 的计算:滤波电抗器在电路中起着保持电流连续、限制谐波分量和抑制负载短路电流的作用。由于采用三相全控桥,输出基波频率为 300Hz ,所以与三相半控桥相比,它的平波电抗器的体积可大大减小。

下面从两个角度分别计算 L 的大小。

从限制输出电流脉动的角度计算。可利用以下公式

$$L = \frac{K_1}{2\pi f_d} \times \frac{3\sqrt{6}U_2}{r_1 I_d} \times 10^3 (\text{mH})$$

式中 K_1 ——谐波含量中基波分量的波形系数 $K_1=2/3$;

f_d ——基波分量的频率, $f_d=300\text{Hz}$;

r_1 ——允许的电流脉动系数,通常 $r_1<5\%\sim 10\%$,为满足现场的要求,在此取 $r_1=2\%$ 。可求出:

$$L = \frac{2/35}{2\pi \times 300} \times \frac{3\sqrt{6}182}{0.02 \times 50} \times 10^3 \text{mH} \approx 13\text{mH}$$

维持输出电流连续时 L 值的计算。由于蓄电池以外的直流负载,比如照明、继电器等,需要至少 5A 以上的电流,所以稳流时的最小电流可以看做平波电抗器的最小连续电流,即 $I_{\min}=5\text{A}$ 。

根据公式得:

$$L = 0.693 \frac{U_2}{I_{\min}} = 0.693 \times \frac{182}{5} \text{mH} = 25\text{mH}$$

为满足以上两个要求, L 取最大值,所以, $L=25\text{mH}$ 。

3) 滤波电路的计算: $\alpha=0^\circ$ 时的整流器输出电压进行 Taylor 级数展开有

$$u_D = 2.34U_2 \left(1 + \frac{2}{35}\cos 6\omega t - \frac{2}{143}\cos 12\omega t + \frac{2}{323}\cos 18\omega t - \cdots \right)$$

显然,输出纹波电压的大小主要由 300Hz 的基波分量决定,其脉动系数为 $2/35$ 。为使输出纹波限制在规定范围内,通常采用 Γ 型 LC 低通滤波器,如图 12-32 所示。

对于角频率为 ω 的纹波,其平滑系数为

$$K_\omega = \left| \frac{U_O}{U_i} \right| = \frac{1}{\omega^2 LC - 1}$$

若要求基波的平滑系数 $K_1 \leq 0.5\%$, 应有 $K_1 \geq K_\omega$, 且一般 $\omega^2 LC \gg 1$, 所以有

$$C \geq \frac{1}{\omega^2 L K_1} = \frac{1}{(2\pi \times 300)^2 \times 25 \times 10^{-3} \times 0.5\%} \mu\text{F} \approx 2300 \mu\text{F}$$

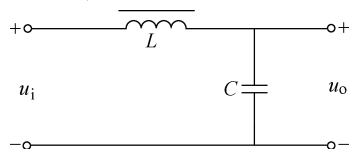


图 12-32 Γ 型滤波器

取 $C=3000\mu\text{F}$ 。

4) 晶闸管参数的计算: 晶闸管参数中最主要的就是它的电压和电流容量。

电压容量的选择。根据晶闸管端电压波形, 不难推出其承受的最大反压为

$$U_T = K_\mu \times \sqrt{6} \times U_2$$

式中 K_μ ——电压安全系数, 一般取 $K_\mu=1.5$, 所以:

$$U_T = 1.5 \times \sqrt{6} \times 182\text{V} = 669\text{V}$$

取 $U_T=800\text{V}$ 。

电流容量的选择。通过每个晶闸管的平均电流为 $I_d/3$, 在该工况下, 波形系数 $K_f=0.91$, 取保险系数 $K_0=2$, 则

$$I_T = K_0 \times \frac{I_d}{3K_f} = 2 \times \frac{20}{3 \times 0.91} \text{A} = 14.7\text{A}$$

取 $I_T=20\text{A}$ 。

5) 阻容保护参数的计算: 为吸收关断过电压, 减缓对 SCR 的冲击, 必须加接阻容吸收回路, 阻容吸收回路如图 12-33 所示。图中, L_b 为变压器漏电感, 能对电路振荡起到阻尼作用, 并限制晶闸管开通损耗与电流上升率。根据晶闸管的电压、电流容量, 可查表求出 $R_b C_b$ 的经验值: $R=80\Omega$, $C_b=0.15\mu\text{F}$ 。电阻功率为

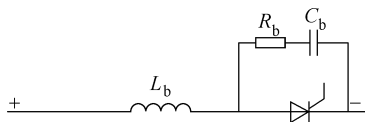


图 12-33 阻容吸收回路

$$P_R = f \times C \times (\sqrt{6}U_2)^2 \times 10^{-6} = 50 \times 0.15 \times (\sqrt{6} \times 182)^2 \times 10^{-6} \text{W} = 1.5\text{W}$$

电容耐压为 $U_c = (1.1 \sim 1.5)U_T = 1.1 \times 800\text{V} = 880\text{V}$ 。

6) 交流侧过电压及其保护: 在整流变压器空载且电源电压过零时刻初级拉闸, 会使变压器励磁电流突变, 在二次侧感应出极高的瞬时过电压。若没有保护措施, 这一过电压峰值可达工作电压峰值的 6 倍以上, 容易造成主回路元器件的损坏。为了避免上述现象的发生, 通常在变压器的二次侧加接阻容吸收回路, 如图 12-33 所示, 阻容参数是根据变压器铁心的磁场能量转化为电容器中电场能量的大小计算出来的。由于电容两端电压不能突变, 这个回路可有效抑制尖峰过电压。串联电阻的目的是为了在能量转换过程中消耗部分能量, 并且抑制 LC 回路振荡。

$$\text{工程上取电容} \quad C_T \geq 60 \times \frac{S_\phi}{(\sqrt{2}U_2)^2} = 60 \times \frac{14 \times 10^3}{3 \times 2 \times 182^2} \mu\text{F} = 4.2\mu\text{F}$$

式中 S_ϕ ——变压器每相的容量。

$$\text{电容耐压为} \quad U_{C_T} \geq 1.5 \times \sqrt{3}U_2 = 1.5 \times \sqrt{3} \times 182\text{V} \approx 500\text{V}$$

$$\text{电阻值为} \quad R_T \geq 2.3 \times \frac{U_2^2}{\sqrt{2}S_\phi} \approx 12\Omega$$

$$\text{电阻功率为} \quad P_{R_T} \geq (3 \sim 4)I_T^2 R$$

$$\text{式中,} \quad I_T = 2\pi f_c \times \sqrt{3}U_2 \times 10^{-6} = 2\pi \times 50 \times 4.2 \times \sqrt{3} \times 182 \times 10^{-6} \text{A} = 0.4\text{A}$$

$$\text{故} \quad P_{R_T} \geq 4 \times 0.4^2 \times 12\text{W} \approx 8\text{W}$$

以上阻容电路的吸收能力毕竟有限, 为避免雷击时浪涌电流的冲击, 往往在交流侧并联压敏电阻。选用压敏电阻时, 主要考虑额定电压和通流容量两个参数, 一般取 $U_Y \geq \sqrt{6}U_2 \approx 450\text{V}$, $I_Y=1000\text{A}$ 。

7) 逆止二极管的作用和参数选择

在整流器输出端有一个逆止二极管, 它的主要作用是防止蓄电池的能量向整流桥倒灌。由于整流器额定输出电压和额定输出电流分别为: $U_o=300\text{V}$, $I_d=50\text{A}$; 所以, 逆止二极管的额定值为: $U_{d2} \geq 1.5U_d = 450\text{V}$, $I_{d2} \geq 1.5I_d = 75\text{A}$; 取 $U_{d2}=500\text{V}$, $I_{d2}=80\text{A}$ 。

32. 太阳能电源电路

太阳能是取之不尽, 用之不竭的能源。太阳能收音机不用干电池做电源, 而用太阳能作为能源, 将光能转变为电能的元件是几片薄薄的太阳能电池。

太阳能电源的原理图如图 12-34 所示。在介绍电路原理前, 先简单讲一下硅光电池 (即太阳能电池)

的特性。硅光电池是一种可直接将光能转化为电能的物理电池,具有体积小、重量轻、便于使用和贮存、对温度变化反应小等特点。而且它的使用寿命几乎是永久的,一般至少也在二三十年以上。其大小有多种规格,常用的有 $10\text{mm} \times 20\text{mm}$ 、 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ 等几种。它的呈蓝黑色的一面叫受光面,光照在受光面上,硅光电池才会产生电压。受光面上有几条银色的栅线,栅线上引出的两条导线即受光面的电极(上电极)。受光面的反面——背光面呈银白色。

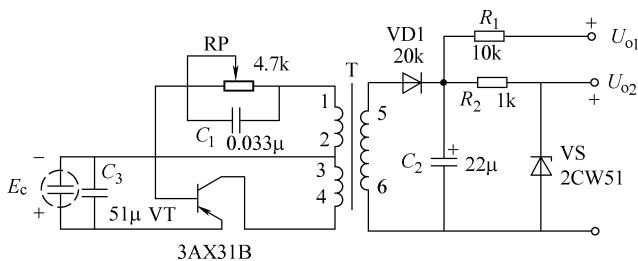


图 12-34 太阳能电源电路

33. 交流稳压电源电路

交流稳压电源电路如图 12-35 所示。它主要由供电、基准电压、电压取样比较等几个单元电路组成。市电从变压器的①、②脚输入,③、④脚为自耦调压抽头,⑤、⑥脚为控制电路的电源及取样抽头。市电电压正常时,因 C 点电压始终为 3V (即 R_1 降压 VS 稳压所得),A、B 点电压均大于 3V,故 AJ1、AJ2 输出低电平;当市电电压下降时,⑤、⑥脚的电压也随之下降,A 点电压也跟着下降,当 A 点电压下降到低于 3V 时,AJ1 输出高电平,使晶体管 VT1 饱和导通,继电器 K1 吸合,将调压器输出调于 1、3 脚;当市电电压继续下降时,同理 B 点电压低于 3V 时 ($U_A < U_B$),AJ2 输出高电平,使 VT2 饱和导通,K2 吸合,将调压器输出调于①、④脚,以达到自耦升压的目的。

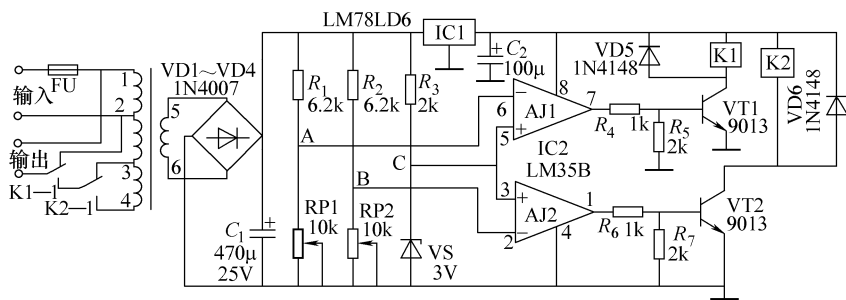


图 12-35 交流稳压电源电路

反之,如果电压升高时,B 点电压也随之升高,当 B 点电压高于 3V 时,AJ2 输出低电平,VT2 截止,K2—1 释放,输出端调至①、③脚;当市电电压继续升高时,A 点电压高于 3V,AJ1 输出低电平,VT1 截止,K1 释放,输出端调至①、②脚。AJ1、AJ2 为运算放大器,在这里做电压比较器用;IC1 为三端集成稳压器件,为运算放大器及继电器提供供电电源;VD5、VD6 为保护二极管。

34. 交流稳压器电路

(1) 电路原理 交流稳压器电路如图 12-36 所示,它由供电、基准电压、电压取样比较等单元电路组成。

交流 220V 从变压器的①~②端绕组输入,③~④绕组为自耦调压抽头,⑤~⑥绕组为控制电路的电源及取样抽头。A1、A2 为运算放大器,作电压比较器用;IC1 为三端稳压块,为运算放大器及继电器提供供电电源;VD5、VD6 为保护二极管。

市电电压正常时,因 C 点电压始终为 3V (由 R_3 降压, DW 稳压),A、B 点电压均大于 3V,故 A1、A2 输出低电平,晶体管 VT1、VT2 截止,继电器 K1、K2 不动作,调压器输出调于①~②绕组。

当市电电压下降时,⑤~⑥绕组的电压随之下降,A 点电压跟着下降。当 A 点电压低于 3V 时,A1 输出高电平,晶体管 VT1 饱和导通,继电器 K1 吸合,将调压器输出调于①~③绕组;当市电电压继续下降时,B 点电压下降到低于 3V 时,A2 输出高电平,使晶体管 VT2 饱和导通,继电器 K2 吸合,将调压器输出调于①~④绕组。当电压升高时,B 点电压也随之升高,当 B 点电压高于 3V 时,A2 输出低电平,VT2

截止, K2 释放, 输出端调至①~③绕组; 当市电电压继续升高时, A 点电压高于 3V, A1 输出低电平, VT1 截止, K1 释放, 输出端调至①~②绕组。

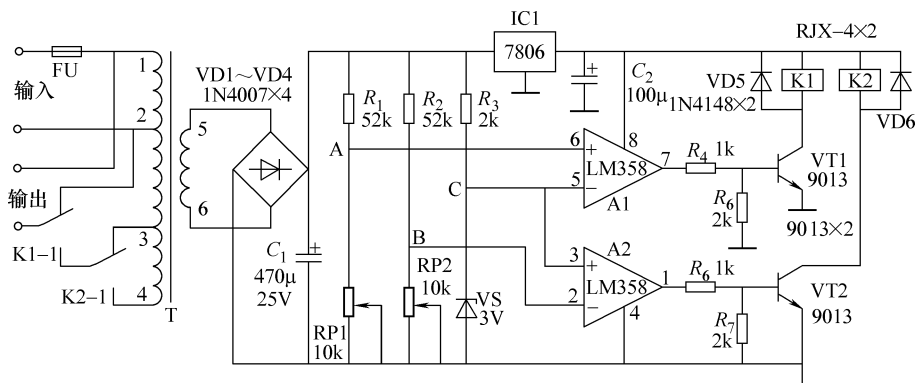


图 12-36 交流稳压器电路

(2) 安装与调试 本稳压电路应安装在金属机壳内, 并应有较好的散热。电路装配完成后, 将 RP1 及 RP2 调至最大阻值, 用调压器将输入电压调至 180V, 然后调 RP1, 将 A 点电压调整在 2.9V, 此时 A1 输出高电平, VT1 导通, 继电器 K1 吸合, 将输出端自动调至①~③绕组, 输出电压约为 220V; 再调调压器, 使输入电压为 140V (此时输出电压为 180V), 调整 RP2, 使 B 点电压为 2.9V, 此时 A2 输出高电平, VT2 导通, 继电器 K2 吸合, 将输出端自动调至①~④绕组, 使输出电压再次升高到 220V 左右。按图中所给数据, 在电网电压低至 120V 时, 电视机仍能正常收看。

注意: 由于继电器的吸合电流大于释放电流, 输出电压会有一些的误差, 需要反复调整 RP1 和 RP2, 以达到最佳状态。

(3) 元器件的选择 变压器的铁心可根据稳压器功率而定, 如选用 E 型 24 铁心, 各绕组用漆包线绕制。其参数分别为: ①~②绕组用 $\phi 0.22\text{mm}$ 线绕 1800 匝, ②~③绕组用 $\phi 0.27\text{mm}$ 线绕 400 匝, ③~④绕组用 $\phi 0.27\text{mm}$ 线绕 850 匝, ⑤~⑥绕组用 $\phi 0.21\text{mm}$ 线绕 145 匝。其余元件参数按图中所标注选用。

35. 电源自动关断电路

当你忘记关掉电源开关的时候, 会浪费电能, 带来不安全因素, 这是决不允许的。为了保电路安全, 节约电能, 本电路可以解决偶尔忘记关断电源开关的问题, 如图 12-37 所示。

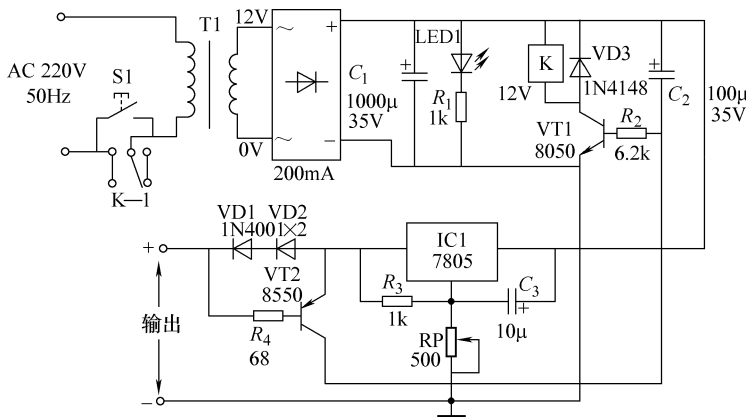


图 12-37 电源自动关断电路

该电源主要有两个功能:

1) 由固定集成稳压电路 IC1 (7805) 构成 3.7~8.7V 可调电源 (VD1 和 VD2 压降约为 1.3V), 调节 RP 的阻值, 可改变输出电压, RP 的阻值每改变 100 Ω , 输出电压即变化 1V。

2) 在没有负载连接时, 电源经过一段时间延时会自行关断总电源。这个功能由晶体管 VT1、VT2 和二极管 VD1、VD2 及电容 C_2 实现。负载正常工作时, 在二极管 VD1、VD2 上约有 1.3V 的压降, 使得 VT2、VT1 饱和导通。继电器 K 工作, 常开触点闭合, 保证电源回路正常供电。同时, 电容 C_2 通过 VT2 被充电至 7~8V。当负载断开时, VT2 截止, 但由于 C_2 的放电作用, VT1 会继续保持导通状态。经过一段延时后, VT1 截止, K-1 断开, 切断整个电源回路, 实现自行完全关断。其中延时时间的控制, 由 C_2 的容量决定。容量增大时, 延时时间变长, 反之亦然。如果要重新恢复供电, 则只要按动 S1 即可。

设计时, 选二次侧电压为 0~12V, 250mA 的变压器 (T1)。图示参数在输出电流超过 200mA 时, 集成稳压电路 IC1 需加散热器。当变压器二次侧电压超过 12V 时, RP 和 K 的参数需重新调整。其他元器件选择请参照图中标注。

36. 双路可调电源电路

电路原理: 本电路采用三端可调集成稳压器, S 置 1 挡位时, 电源电压经变压器降压为 $17.5V \times 2$ 的交流电压经桥式整流后, 分别送入 IC1、IC2 的输入端, 经取样电阻 R_1 、 R_2 和调节电位器 RP1、RP2 的控制, 在输出端得到 $\pm 1.25 \sim 15V$ 连续可调的电压。当 S 置于 2 时, 将双组输出的电源变压器 T 作为单组使用, 电源电压经整流滤波后, 只送 IC1, 得到 $+1.25 \sim 30V$ 的单电源输出。其中, 电阻 R_1 、 R_2 : 240 Ω ; 电位器 RP1、RP2: 4.7k Ω ; 电容 C_1 、 C_2 : 3300 μF /150V, C_3 、 C_4 : 0.33 μF /63V, C_5 、 C_6 : 10 μF /50V; 二极管 VD1~VD4: 1N4001, VD5~VD6: 1N4001; 三端集成块 IC1: LM317, IC2: LM337; 开关 S: KNX(2 $\times$ 2)。

本电源中所有电容均要选用耐压大于 50V 的, 两个三端可调稳压块的功耗约 15W, 要注意加足够的散热器, 如图 12-38 所示。

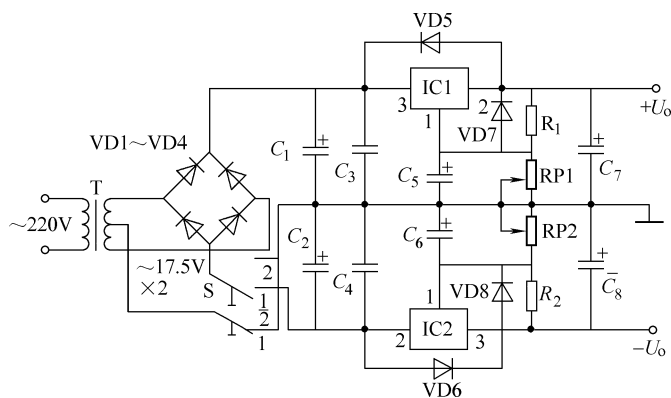


图 12-38 双路可调电源电路

37. 手机直插式充电电源电路

手机充电器的输入交流电压为 190~245V, 50Hz, 80mA。输出电压为 5V、500mA。其电路工作原理分析如下:

手机直插式充电器电路如图 12-39 所示。交流 220V 电压经二极管 VD2 半波整流, 电容 C_2 滤波, 在其两端形成 300V 左右的直流电压。该电压经开关变压器 T1 一次绕组 W1 加到晶体管 VT1 的 c 极。同时, 该电压经启动电阻 R_2 为 VT1 的 b 极提供一个正向偏置电压, 使 VT1 导通。此时, VT1 和 T1 组成的间歇振荡电路开始工作, T1 一次绕组 W1 中有电流通过, W2 绕组感应的电压通过反馈电阻 R_4 和电容 C_4 加到 VT1 的 b 极。由于正反馈作用, 使晶体管 VT1 的 b 极导通电流加大, 使其迅速进入饱和区。与此同时, W2 绕组感应的电压经二极管 VD6 整流、电容 C_1 滤波后, 作为光电耦合器 IC1④脚 (受光晶体管集电极) 电源。同时该电压经 R_4 向 C_4 充电, 随着 C_4 两端电压不断升高, VT1 的 b 极电压逐渐降低, 使 VT1 逐渐退出饱和区 (其集电极电流开始减小), T1 绕组 W1 中产生的磁通量也开始减少。W2 绕

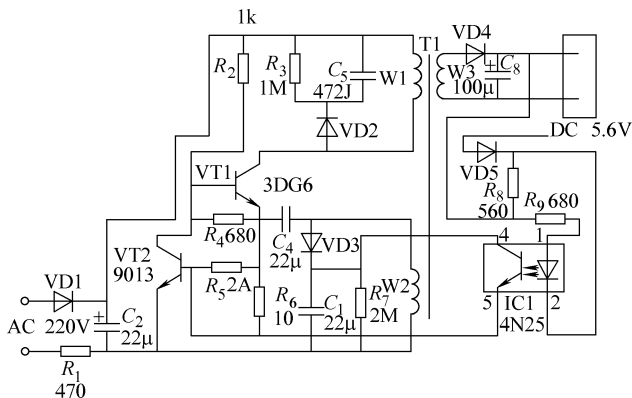


图 12-39 手机直插式充电器电路

组感应的负反馈电压,使 VT1 迅速截止,完成一个振荡周期。在 VT1 进入截止期间, T1 的二次绕组 W3 感应的电压经二极管 VD7 整流、电容 C_8 滤波后,输出一个 5V 左右的直流电压。

当充电器输出电压升高时, IC1 的 ①、②脚二极管导通,使其 ③、④脚所接的受光晶体管导通,使晶体管 VT2 导通,把 VT1 的基极电压拉低,使其导通时间缩短或迅速截止。经 T1 耦合后,使二次侧输出电压降低。反之,将使二次侧输出电压升高,从而确保充电器输出电压稳定。

在接通电源瞬间或当某种原因使 VT1 的 I_e 电流过大时,在 R_5 上的压降就大,使 VT2 导通,VT1 截止,从而有效防止开关管 VT1 因冲击电流过大而损坏。VT2 是过电流保护管, R_5 是 VT1 的取样保护电阻。

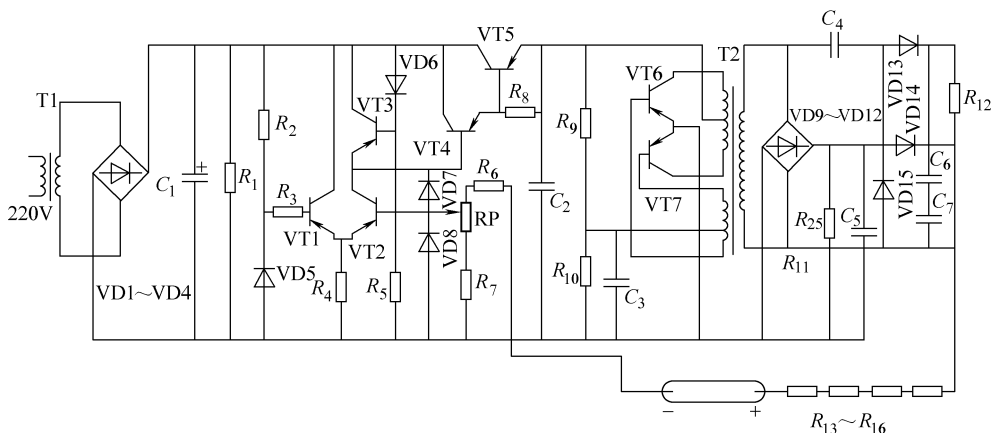
38. 激光器电源电路

连续工作 He-Ne 激光器可以用交流、直流、射频等方式激发,对激发电源的基本要求是电压高(几千伏)、放电电流低(几毫安到几十毫安)。

直流激发电源是目前用得最普遍的一种电源,图 12-40 所示为激光印字机中使用的氦氖激光器电源电路, T1 为电源变压器, T2 为高压变压器,其电路组成主要由串联晶体管稳压电路,高压整流、滤波、限流电路与稳流电路等组成。电路工作原理是:交流电压经 VD1~VD4 桥式整流、电容 C_1 滤波后,输出直流电压,作为串联式晶体管稳压器的输入电压, VT4、VT5 组成复合调整管,稳压电路以晶体管 VT6、VT7 按共发射极连接作推挽式输出,加于高压变压器 T2 的一次绕组。由 T2 输出的高压,经 VD10~VD13 桥式整流, R_{11} 、 C_6 阻容滤波后,再通过串接的限流电阻将直流高压加于激光管的电极上,使灯管起辉点燃,限流电阻作为限流电路,主要用于保护电源和激光放电管,使起辉后放电电流不至过大,阻值大小一般在几十千欧至数百千欧范围内,视放电管参数而定。



a) 激光器电源



b) 激光器电源电路

图 12-40 激光电源

为消除或减轻放电电流的波动现象,该电路设计有稳流回路。即在放电管电路中串接一个电流负反馈电路来实现,其作用原理是将变化的电流作为取样信号输入由晶体管 VT1、VT3 组成的差分放大器,将其与基准信号比较并进行差分放大,再送入复合调整管 VT4、VT5 进行调整控制。

39. 直流电源升压电路

直流电源升压电路如图 12-41 所示。其中图 12-41a 为变压器升压电路,升压变压器 T 可用小型晶体管收音机变压器根据所需的电压比改绕。图 12-41b 为 2 倍压电路,如需要,也可设计成 3 倍压、4 倍压电路等。

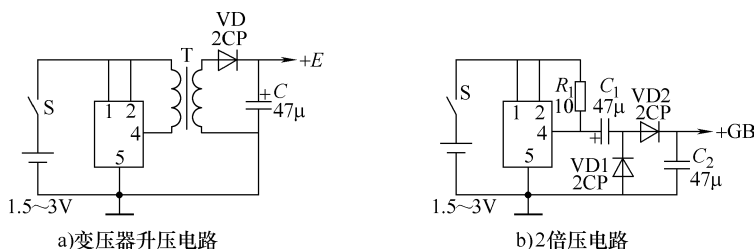


图 12-41 直流电源升压电路

40. 触摸开关电源电路

触摸开关电源电路如图 12-42 所示。音乐块小印板上均不用外接晶体管。图中上半部分为“开”电路,当触摸“开”接触片时,IC1 被触发,音乐信号正半周使开关管 VT1 导通,继电器 KR 吸合,接点 kr1 闭合,正电源经 R_1 给 VT1 提供偏流,电路自保。触点 kr2 同时接通,使负载工作。下半部分为“关”电路,当触摸“关”接触片时,IC2 被触发,音乐信号正半周时 VT2 导通,致使 VT1 偏流被旁路,VT1 截止, KR 释放,触点断开,负载停止工作。

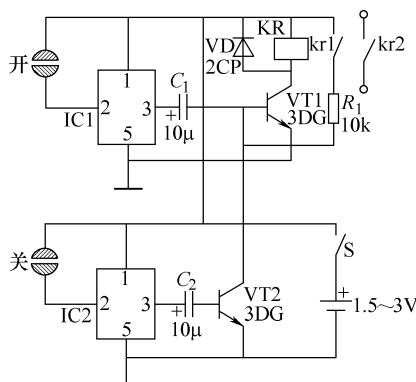


图 12-42 触摸开关电源电路

41. 感应自动开关电路

感应自动开关电路如图 12-43 所示。可置于楼道入口处,当有人进来时,路灯自动点亮,经一定延时后,自动关灯,延时时间可通过 RP 调节,范围在数秒至数分钟。感应片 G 为一金属片,面积越大,灵敏度越高。音乐片小印板上不用外接电阻和外接晶体管。

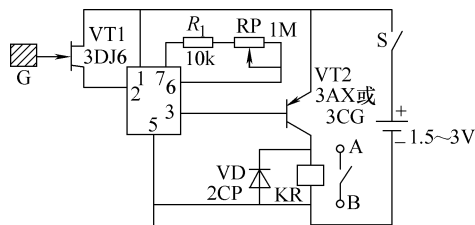


图 12-43 感应自动开关电路

42. 减流保护式稳压电路

恒流保护式电路,由于在过电流和短路时,输出电流只是被限制到一定值,输出电压下降,过电流时间稍长些,功率管和 CW200 仍有可能因功耗过大而损坏。如图 12-44 所示为减流式大电流稳压器。它在于

功能、适应不同需求的各类电源。

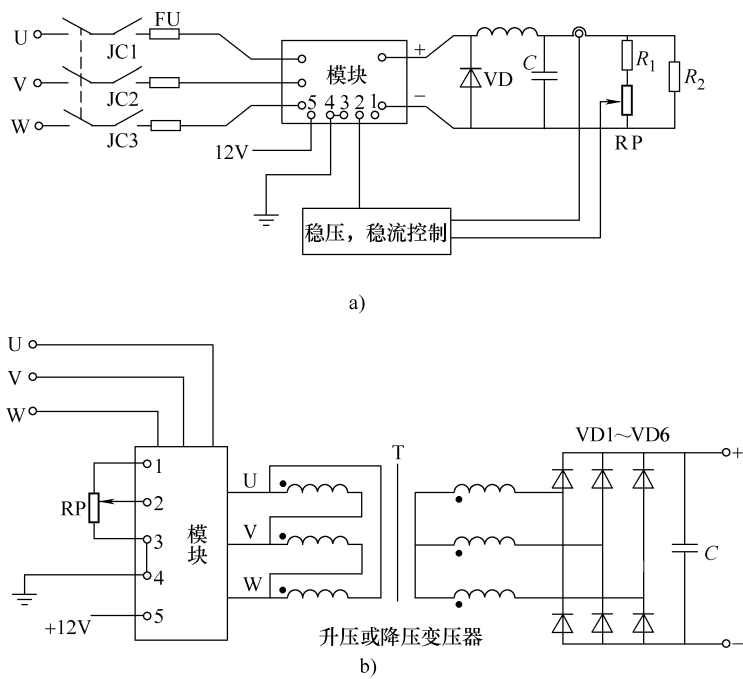


图 12-46 电源电路

45. 智能电源电路

在实际的工作环境中，特别是在一些工业场所中，电磁环境十分恶劣，常常有异常情况出现，例如：过电压、瞬态脉冲冲击波、强电磁辐射等，这些都有可能击毁电源，影响整个系统的正常工作。本例介绍以微处理机为核心的智能型电源，具有功率大、集成度高、开关电源抗过电压、抗干扰性能、保护和监控功能。

(1) 硬件电路结构 如图 12-47 所示。

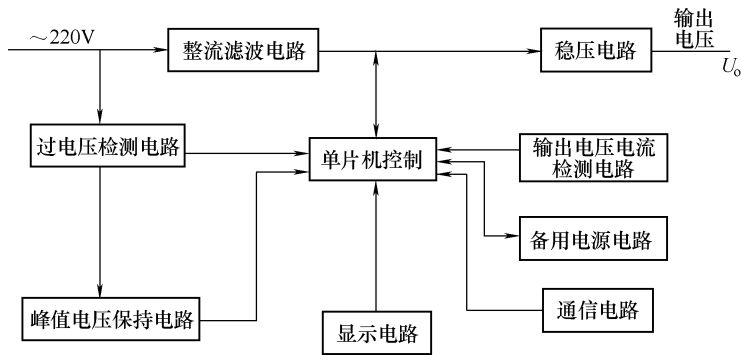


图 12-47 硬件电路框图

(2) 电路特点 新型实用的带有过电压检测和保护装置的智能化电源具有以下几个特点：

- 1) 实现了对过电压的检测，并能记录每次过电压的瞬时值和峰值，可启动备用电源供电，实现对电子电路的保护作用。
- 2) 具有抗冲击能力强、使用寿命长、带液晶屏数字监视的特点，同时通过 RS485 通信接口与管理计算机通信，能实现“透明”电源的工作和保护等功能。

3) 能实时显示输出电压、电流的大小, 过电压的次数、大小以及必要的参数设置信息。

4) 通过接口与后台或远端 PC 实现数据传送。

5) 智能化电源的核心由显示板、CPU 板、通信板、备用电源板、过电压检测板、键盘、通信转接板组成。装置的关键是实现电压的峰值检测, 尤其是过电压的检测。基于单片机的过电压检测和峰值电压检测方法, 实验证明, 满足了对检测的快速性和精确性的要求。

(3) 系统硬件电路分析 系统硬件框图如图 12-47 所示。在正常的情况下, 220V 的交流输入电压经过整流、滤波、DC/DC 变换、稳压电路后可得到一个稳定的输出电压, 基本上是一个开关电源; 当有过电压时, 过电压信号经过过电压检测电路检测和峰值电压保持电路保持, 控制电源回路, 断开正常工作的交流电路, 同时通过计算机启动备用电源工作, 以及完成对过电压的瞬时值和峰值的测量。

1) 过电压检测电路: 过电压对于电源来说是一个非常有害的信号, 雷电等引起的瞬时高电压如果不加遏制, 直接由电源引入 RTU (远程终端设备), 则会影响其电源模块的正常工作, 使各功能模块的工作电压升高而工作不正常, 严重时损坏模块, 烧坏元器件 (IC)。典型过电压形成的冲击电压脉冲如图 12-48 所示。

过电压保护的基本原理是在瞬态过程电压发生时 (微秒或纳秒级), 通过过电压检测电路对这个信号进行检测。过电压检测电路中主要的元件是压敏电阻。压敏电阻相当于很多串并联在一起的双向抑制二极管。电压超过箝位电压时, 压敏电阻导通; 电压低于箝位电压时, 压敏电阻截止。这就是压敏电阻的电压箝位作用。压敏电阻工作极为迅速, 响应时间在纳秒级。

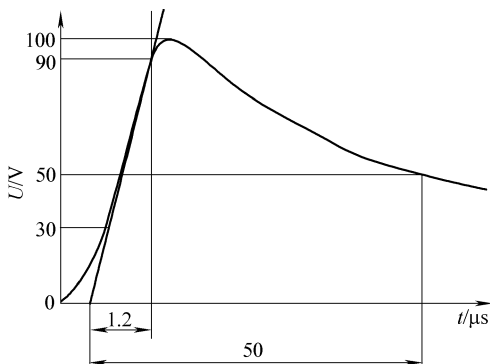


图 12-48 过电压冲击脉冲

过电压检测电路原理图如图 12-49 所示。当有过电压信号产生时, 压敏电阻被击穿, 呈现低阻值甚至接近短路状态, 这样在电流互感器的一次侧产生一个大电流, 通过线圈互感作用, 在二次侧产生一个小电流, 再通过精密电阻把电流信号转变为电压信号; 这个信号输入到电压比较器 LM393 后, 电压比较器 LM393 输出高电平, 经过非门 A 输出的控制脉冲 1 控制电源回路, 断开开关电源电路, 启动备用电源。控制脉冲 2 送到单片机的中断中, 单片机控制回路启动 A/D 转换, 采样过电压的瞬时值。

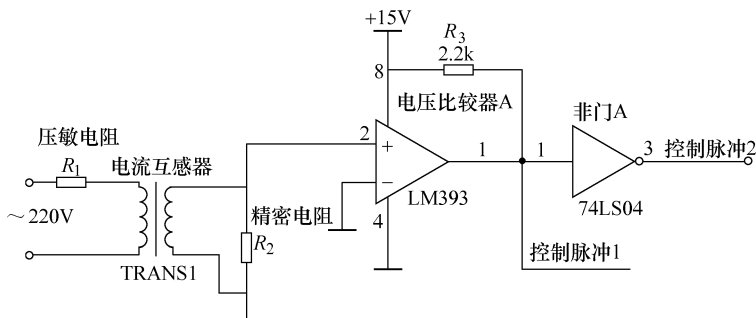


图 12-49 过电压检测电路

2) 峰值电压采样保持电路: 峰值电压采样保持电路如图 12-50 所示。峰值电压采样保持电路由一片采样保持器芯片 LF398 和一块电压比较器 LM311 构成。LF398 的输出电压和输入电压通过 LM311 进行比较, 当 $U_i > U_0$ 时, LM311 输出高电平, 送到 LF398 的逻辑控制端 8 脚, 使 LF398 处于采样状态; 当 U_i 达到峰值而下降时, $U_i < U_0$, 电压比较器 LM311 输出低电平, LF398 的逻辑控制端置低电平, 使 LF398 处于保持状态。由于 LM311 采用集电极开路输出, 故需接上拉电阻。由过电压检测电路输出端送来的脉冲控制电路开关的导通, 没有过电时采样电容放电, 否则采样电路一直跟踪峰值的变化。

偶校验)。RTU 模式的文字符号必须以连续数据流的形式传送,每帧以至少 3.5 个字节时间的停顿间隔开始传输,同样以至少 3.5 个字符时间的停顿标志传输的结束。通信程序已经发展得比较成熟,具体的框图省去。通信程序软件运行时证实为上位机通信请求,则发应答信号,实现“握手”,然后按上位机要求发送或接收数据。发送时,将本机检测的电压值、电流值向上发送,接收时,则将上位机发来的系统设置参数进行差错判断后放入本机原设置单元,然后再由软件根据设置值进行相应处理。

经过电路板的设计、调试和程序的调试,证明了智能电源的可靠性。在调试的过程中,做了大量的模拟过电压和冲击脉冲的试验,来检测系统的性能。通过试验证明,过电压保护电路和峰值检测电路可以迅速准确地捕捉过电压和冲击脉冲,并且电路的反映速度很好,可以检测到纳秒级干扰信号,并且电路的反映速度很快,可以检测到纳秒级的干扰信号。这些性能很好地满足了工业的需要,使得在有过电压和冲击脉冲产生的时候,系统可以有效地保护电子电路;同时通过单片机和液晶显示屏,可以实时显示这个电源的工作情况和性能,达到了智能化电源的效果。而且在本例中,电源系统通过通信接口可以实现计算机在远程对整个电源进行监控,便于电源的管理。

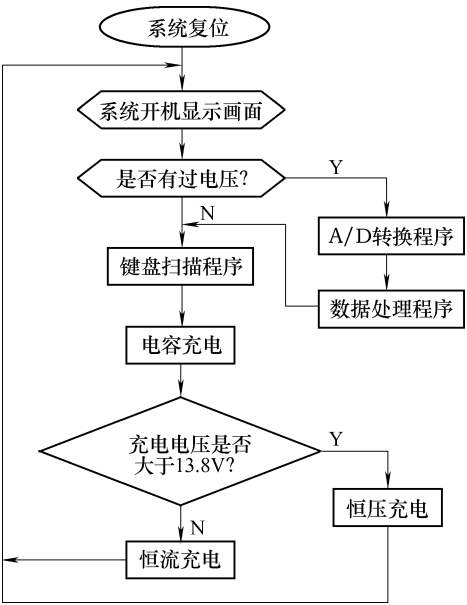


图 12-52 主程序流程图

第 13 章 报警 电 路

1. 电子看门狗报警电路

电子看门狗电路如图 13-1 所示。由多普勒效应传感器 N1 (RD627)、运放 N2 (LM358)、狗叫仿声专用集成电路 N3 (KD5608) 等组成。

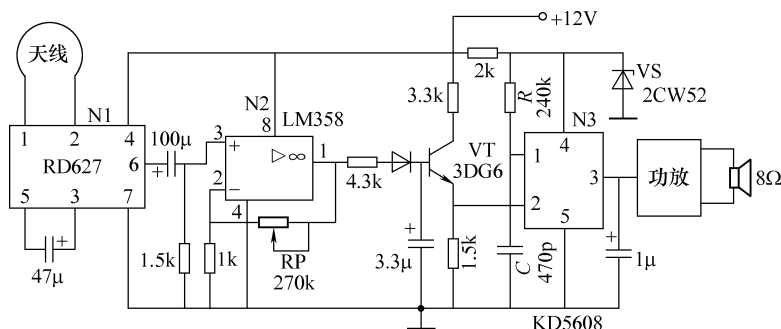


图 13-1 电子看门狗电路

当无人在 N1 “监视”区内活动时，N1 的⑥脚无信号输出，N2 的①脚输出为低电位，VT 截止，N3 的②脚为低电位而不工作。当 N1 的“监视”区内有人活动时，其⑥脚输出一低频信号，此信号经 N2 放大后使 VT 导通，于是，N3 的②脚得到一个正触发信号而发出狗叫声。此声音促使在 N1 “监视”区内活动的人离开此区域，同时向主人报警。调节 RP，可改变 N1 的“监视”距离。

2. 花盆缺水报警电路

花盆中的花卉是否需要浇水，光靠观察表面土壤是否湿润有时是靠不住的。为此，制作盆花缺水指示器，当盆中缺水时，指示器就发出闪光信号，提醒人们要给花卉浇水了。

盆花缺水指示器的电路如图 13-2 所示。电路中主要是由场效应晶体管 VT1、晶体管 VT2 和一块 555 时基电路组成，如图 13-2 所示。

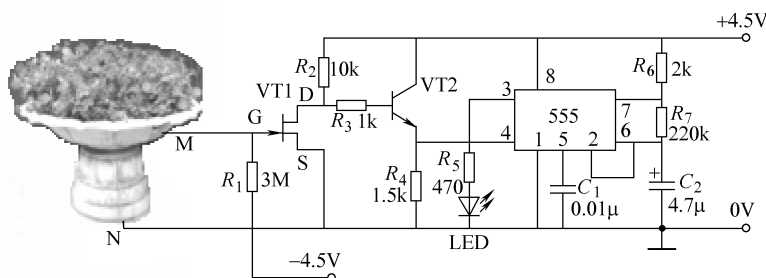


图 13-2 花盆缺水报警器电路

当土壤中缺水时，土壤的电阻率便大大增加，这时 M、N 两点间电阻很大，N 沟道结型场效应晶体管 VT1 的栅极接近负电源电压，所以 VT1 截止。此时，晶体管 VT2 的基极通过电阻 R_2 、 R_3 获得偏流，VT2 导通。VT2 发射极电位上升，使 555 时基电路工作。

由于时基电路接成一个超低频多谐振荡器，其振荡频率约为 1Hz。当时基电路工作时，发光二极管将随着低频振荡信号的频率一闪一闪地发出红光，提醒人们应给盆花浇水了。

当盆土不缺水时,土壤的电阻率就很小,相当于 M、N 间有很小的电阻,于是 VT1 的栅极近乎接“地”,栅压接近 0V,漏源两极之间导通。VT1 导通时,其漏极电位下降,从而使 VT2 截止,其发射极电位也下降至“地”电位,时基电路也因此而停止工作,发光二极管 LED 也就不再发光了。

当 VT1 导通、VT2 截止、时基电路不工作时,整个电路的耗电很小,约 1mA。因此,若电源用 5 号电池供电时,也能用很长时间。

使用时,用两根剥去绝缘皮的导线作为两个电极,将它们插在花盆的土中,两个电极相距几厘米就可以了。若平时不需要电路工作,只要在正电源电路中串接一个小型开关就可以了,负电源的耗电极小,可很长时间不换电池。

电路中 VT1 的额定电流 0.5~5mA,夹断电压约为 4V。用 3DJ6E、3DJ6F 或 3DJ6G,VT2 用 3DG6 时基电路可用 NE555。

3. 水开报警电路

下面介绍一个两用报警器。除了水开报警外,它还有防盗报警的功能。整个报警器仅用几元钱,十几个元件就可以了。

水开报警器电路原理如图 13-3 所示。图中,以一个 PNP 型晶体管 VT1 和 NPN 型晶体管 VT2 为主和电阻、电容、扬声器等元件构成了一个互补管型多谐振荡器。这个振荡器与响声悦耳的电子门铃很相似,当要求振荡器输出较大报警音响功率时,与扬声器连接的那个晶体管必须是耗散功率较大、允许通过较大集电极电流的管子,而这些管子价格便宜,一般电子商场都可以买到。

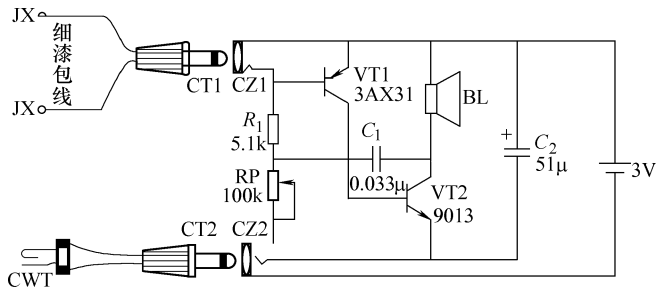


图 13-3 水开报警电路

4. 脉搏跳动声光报警电路

本装置能检测到脉搏跳动的信号,并将其转变为声光报警信号,提醒监护人及时采取救护措施。可用于家庭监视病人的心跳情况以及心脏病患者的自我检测。本装置体积小巧,便于携带,电路简单,容易制作,是家庭必备的小型检测仪器。

电路工作原理:平时我们用手指触摸手腕上的脉搏,能感到一下一下在跳动,本装置就是将这个信号用传感器拾取出来转变成电信号,再以声和光的形式显示出来。图 13-4 就是脉搏跳动声光报警器的电路原理图。电路主要由 74LS00 四二输入与非门 IC1~IC4、VT、压电陶瓷传感器 HTD1~HTD2 等元件组成。可分为传感放大电路、整形放大电路、声音报警、发光报警电路 4 部分。

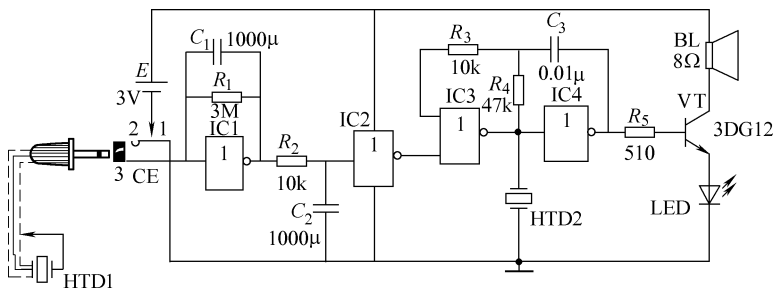


图 13-4 脉搏跳动监视声光报警电路

(1) 传感放大电路 传感放大电路由反相器 IC1 构成。脉搏信号的拾取,采用压电陶瓷片制作的传感器 HTD1。由于传感器送来的电信号极其微弱,必须采用高输入阻抗的放大电路。把 IC1 反相器当作模拟器件应用,只要加上适当的线性偏置,就构成一个高阻抗放大器。反馈电阻 R_1 将 IC1 的输入端和输出端连接起来,就构成一个带有负反馈的放大电路,电容 C_1 的作用是将高频短路,以防止放大器产生自激振荡。

(2) 整形放大电路 IC2 反相器作为整形器,工作在开关状态,如 IC1 的输出电平高于 IC2 的开启电平,IC2 便输出低电平“0”;如低于 IC2 的开启电平,IC2 便输出高电平“1”。如果第二级放大电路的反

电阻 R_2 的阻值选取得当, 使 IC1 的输出刚刚超过 IC2 的开启电平。一旦传感器有了微弱的信号输出, 经过 IC1 的放大、IC2 整形后, 输出高电平“1”。IC2 在静态时, 输出低电平“0”。

(3) 声音报警电路 声音及发光管驱动电路由 IC3、IC4 和晶体管 VT 构成。IC3 和 IC4 组成了一个受控多谐振荡器。当 IC2 输出高电平时, 振荡器起振, 调整电阻 R_3 、 R_4 和电容 C_3 , 即可改变振荡频率。同时, IC3 驱动压电陶瓷片 HTD2, 发出声音报警信号。

IC4 接晶体管 VT 驱动发光二极管发光。同时在 VT 的集电极接上扬声器, 双重报警。

(4) 元器件的选用 本电路所用集成电路采用 74LS00 等型号, 它们的内部共有 4 个相同 2 输入与非门, 作为反相器使用时, 可将与非门的两个输入端并接。这类集成电路为双列直插 14 脚封装。晶体管 VT 采用任何型号的 NPN 型 3DG12 硅管, LED 采用红色发光二极管, CK (带电源开关) 为插入传感器用的双芯插孔 (带插头), 当插头插入时, 电源自动接通, 拔出插头时, 电源自动切断。电池 E 选用计算器用的圆形钮扣电池, 其他元件的数值均如图中所标, 在选用时, 其体积越小越好。

本电路的发音和信号拾取均采用压电陶瓷片, 发音采用 HTD2-27A 型, 信号拾取可用 HTD1-20。在选用传感压电陶瓷片时应符合下面的要求: 将陶瓷面镀银层接示波器的 Y 轴输入端, 金属基片接地端, 用手触压金属基片一面, 观察镀银的一面输出是正向脉冲的才能使用。

5. 车胎漏气报警电路

自行车是人们的主要交通工具之一, 然而内胎时常被锐物扎破, 造成不应有的麻烦。维修师傅给破胎打气放在水盆里检查, 寻找破处, 费时费力, 特别是冬季, 冰天雪地, 寒风刺骨, 维修师傅的手被冻破, 鲜血直流。车胎漏气报警电路能有效解决这个问题, 本设计成本低、可靠、实用。

图 13-5 是自行车车胎漏气检测仪的电路原理图。车内胎被锐物扎破漏气部位的气流声被传声器 BM 接收, 转换电信号, 经电容 C_2 耦合到晶体管 VT 放大, 再经耦合电容 C_3 、 C_4 并由电位器 RP 选择音量后, 由集成功率放大器 SL31 充分放大, 由耳机 EJ 放音。

自行车胎漏气检测仪选用低电压集成功率放大器 SL31 (或 LA4101), 其使用电压可在 2~4.5V 间选择, 现用 3V 工作电源。晶体管 VT 用硅 NPN 型晶体管 3DG8, 其本身噪声较小, 有助于判别漏气故障, β 值选 120 以上, 穿透电流 I_{ce0} 小于 $1\mu A$ 。耳机可用 8Ω 低阻耳塞。驻极体传声器 BM 用无指向性微型驻极体电容传声器 CRZ2-9B。其余电阻电容均用小型元件。外壳可利用晶体管小型收音机塑壳, 尺寸约 $68mm \times 58mm$ 。工作电源用两节 R 型电池串联。电位器 RP 用小型合成膜电位器 WH15-K2Z 型, 带电源开关。

印制板参考尺寸为 $65mm \times 55mm$, 可制作或市场外购。

自行车胎漏气检测仪的安装: 可制作一个小盒或外购, 传声器 BM 由屏蔽传声器线单独引出, 线长 1.2m。先在印制电路板非铜箔面装上电池夹。集成功率放大器 SL31 焊在铜箔面。元件全部焊装后, 装上电池两节, 旋动电位器 RP 拨盘, 闭合电源开关, 把电位器旋到约 $1/3$ 位置处, 耳机 EJ 中有极轻微沙沙声。如有扑扑声出现, 说明有自激现象, 可调电阻 R_5 , 减小集成功率放大器 SL31 的增益, 试试能否消除。调节电阻 R_2 , 使晶体管 VT 的工作电流 I_c 值在 $2 \sim 3mA$ 。再调节电阻 R_1 , 使驻极体传声器 BM 工作状态较佳, 可用一只正常放音的收音机调低音量后放距离传声器 1m 左右, 监听耳机 EJ 中的声音, 使之不失真即可。调试时耳机 EJ 不必戴在头上, 以免突发宏声, 震伤调试人耳膜。

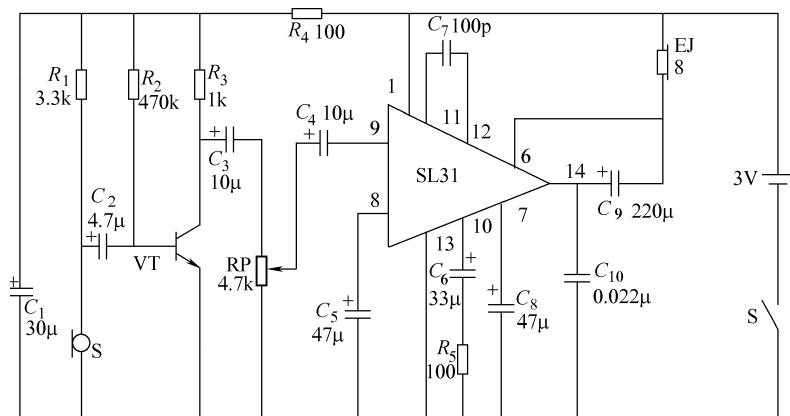


图 13-5 电路原理参考图

6. 电子多功能报警电路

这种报警器可以采用磁控，如用电磁铁，控制干簧管的断开与接通，使 VT1、VT2 导通，驱动扬声器发出声音；还可以采用光控，如光敏电阻 RG，在受到光照时，也可以控制 VT1、VT2 的导通，使扬声器发声；也可以用开管 S 接通或断开的方法，同样使 VT1、VT2 导通，扬声器发声，如图 13-6 所示。

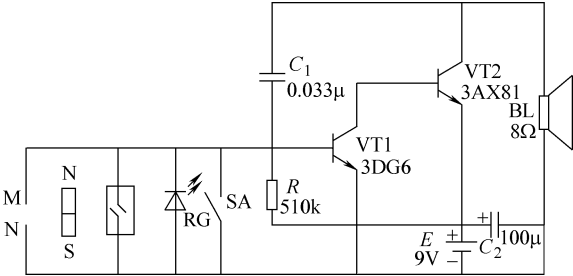


图 13-6 电子多功能报警电路

7. 婴儿尿床提示保健电路

尿布要勤换，但婴儿的小便次数频繁而又无法掌握。可以用图 13-7 所示电路安装一个尿布干湿检查器，使用简捷，效果甚佳。

平时，将二根电极 A、B 放在尿布中间，检查时，通上电源，若小电珠亮了，表示布已湿，及时更换，反之未湿。

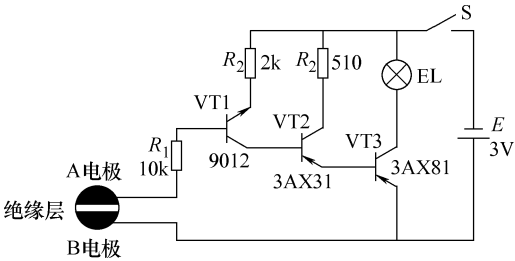


图 13-7 婴儿尿床提示保健电路

8. 婴儿尿床语音报警电路

电路如图 13-8 所示，其主要元件是探测尿湿的传感器。平时婴儿未尿湿时，传感器没有信号，VT1、VT2 截止，ICI 的 PE 触发端不工作。这时把录音按键按下，发光二极管 LED 点亮，马上对传声器说话进行录音，时间 8~20s。当发光二极管熄灭时，把手松开，语音内容便已录进芯片内。如果要改为别的内容，只需把录音键按下，则以前的内容消失，可重新录制。

当婴儿撒尿时，尿液是导体，使传感器导通。+3V 电压经电阻 R、二极管 VD、晶体管 VT1 和 VT2 组成的复

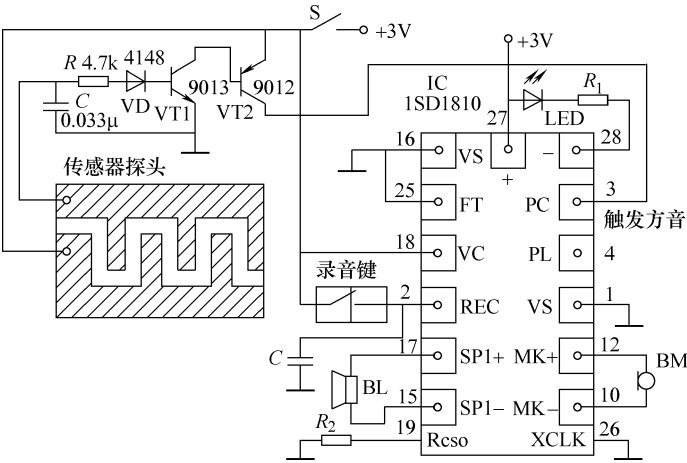


图 13-8 婴儿尿床语音报警电路

合管放大, VT2 的集电极输出电压控制语音芯片的 PE 端。触发 ISD1810 内储存的内容。通过 SP1+、SP1- 输出给扬声器发声, 提示家人给小孩换尿布。

9. 老人走失报警电路

高龄老年人走失是经常发生的, 为了防止老人走失给家人造成不必要的惊慌, 可设计制作一个遥控报警器, 发射器带在老人的身上, 接收器放在家里, 一旦老人走失超过 10~15m, 接收器马上收到发射来的信号, 可以把老人及时接回来。

电路如图 13-9 所示, 由组件 RCM1A 和 RCM1B 等元件组成多谐振荡器, 当老人走失未超过一定距离, 接收器输出端③脚输出低电平, 由时基集成电路 NE555 组成的多谐振荡器因其复位端④为低电平, 电路不起振, 扬声器不发声。

当发射器与接收器之间距离超出接收范围时, RCM1B 的③脚输出高电平, 多谐振荡器起振, 扬声器发出报警声, 说明老人已经超出设定的距离。

本电路只需调整 RP, 使扬声器发出不同的声音。

本电路同样适合儿童、弱智的人使用。该电路元件少, 仅需几元钱即可。

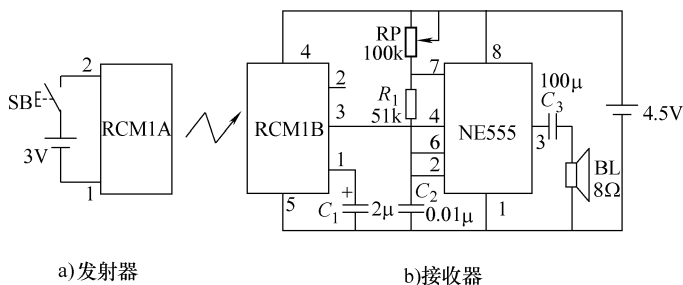


图 13-9 老年人走失报警电路

10. 家电防盗报警电路

该家电防盗报警器, 具有体积小、响声大的特点。适合家庭、旅馆、机关等使用。

(1) 电路工作原理 电路原理如图 13-10 所示。

VTH、R₁ 和 SB 组成晶闸管触发开关电路; IC₁、R₂、VT₁、VT₂ 和 BL 组成模拟警笛声电路。平时, SB 受到家用电器的压迫, 使其两常闭触点断开, VTH 无触发信号而阻断, 报警器不工作。当家用电器被搬起时, SB 两触点自动闭合, VTH 的触发端经 R₁ 从电源正极获得触发信号, VTH 导通, IC₁ 通电工作, 其输出端输出的警笛声电信号经 VT₁、VT₂ 功率放大, 推动扬声器发出宏亮的报警声。此时, 即使将家电放回原处或破坏掉 SB, 也无法阻止报警声。只有主人打开与报警器安装在一起的开关, 且其他人一时很难找到的开关 S, 才能解除报警。

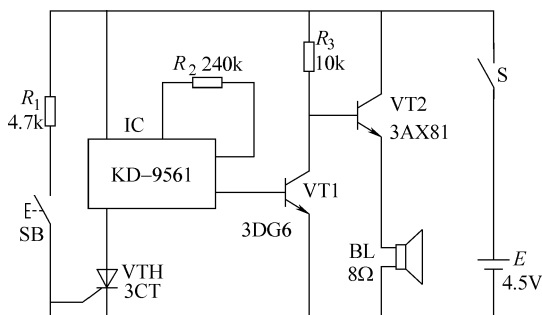


图 13-10 家电防盗报警器

(2) 元器件选择与制作 报警器部分可安装在一塑料小盒内, 放在易听到报警声的地方 (如值班室等)。用双股细线将 SB 引至家电摆放处, 并将 SB 巧妙地安放在桌面、台面或电视柜面等, 保证 SB 能正确动作即可。

11. 电力线防盗报警电路

图 13-11 所示为电缆防盗报警器电路。该电路简单, 制作方便, 电缆被盗时, 能发出连续声光报警信号。

使用时, 将电缆中两根空线的末端拧在一起, 再将它的始端接报警器的输入端 M、N 即可。在电缆线未断时, 由于电缆线的电阻较小, 相当于晶体管 VT 的基极和发射极短接, VT 截止, 继电器 K

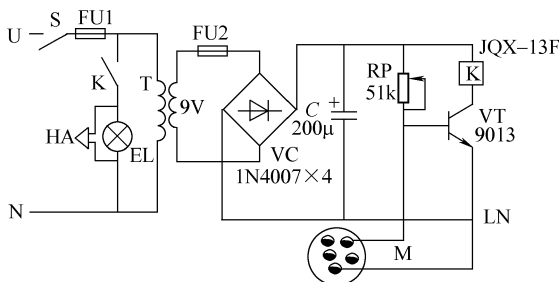


图 13-11 电缆防盗报警电路

不吸合。当电缆被剪断时, VT 导通, 中间继电器 K 吸合, 其常开触头闭合, 报警器 HA 和警示灯 EL 同时点亮, 提示工作人员电缆被盗。

12. 司机瞌睡报警电路

机动车在高速路上奔驰, 特别是长途驾驶, 司机疲倦、瞌睡, 造成各种交通事故时有发生。为此, 本例介绍的司机瞌睡报警电路, 可防止或消除此类事故发生。

图 13-12 所示的电路为瞌睡报警电路。图 13-12a 为水银开关和插头组成的报警开关, 水银开关是在玻璃壳内安上电极, 再注入水银后构成。图 13-12b 为报警电路, 它使用摩托车(或汽车)上的照明灯电源(或蓄电池电源)代替, 报警发声也可不用耳塞机, 而是用 HTD 有反馈电极的压阻发声元件。

使用时, 将图 13-12a 部分戴在司机头部, 插上耳塞机。水银开关的位置应根据司机头部的习惯位置调好角度, 使电路不接通。当司机瞌睡时, 头部晃动或身体倾斜, 使水银开关中的水银流动, 将水银开关接通, VT 工作, HTD 立即发出报警声音。该电路发音频率为 4kHz, 对人的听觉极为敏感。调整 100k Ω 电阻, 可以改变声音的大小。

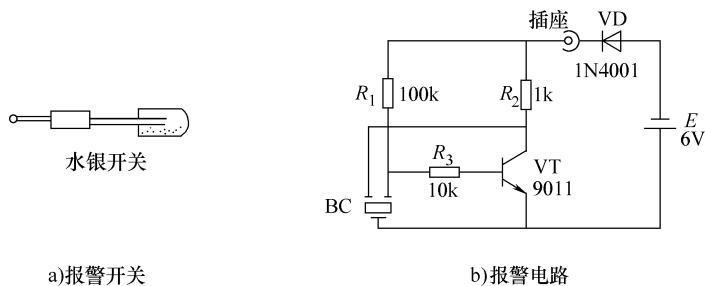


图 13-12 司机瞌睡报警电路

13. 可燃气体报警电路

可燃气体报警器, 可对液化煤气、石油天然气、挥发性可燃蒸气体进行检测报警, 具有电路简单、容易制作等特点。

(1) 电路组成 可燃气体报警器电路如图 13-13 所示。电路由气敏传感器、多谐振荡器和音频输出电路组成。多谐振荡器由与非门集成电路 IC1、IC2 和外围阻容元件组成。音频输出电路由电阻器 R_5 、音频放大管 VT 和扬声器 BL 组成。

(2) 工作原理 当室内无可污染性气体或可燃气体浓度在允许范围内(低于限定值)时, 气敏传感器 a、b 端之间阻值较大, b 端 (IC1 的①脚) 输出电压较低, 多谐振荡器不工作, 扬声器 BL 中无声音。

当可燃性气体(煤气或天然气)泄漏, 使室内的可燃气体浓度超过限定值时, 气敏传感器 b 端的输出电压高于 IC1 的转换电压时, 多谐振荡器工作, 从 IC 的⑦脚输出振荡信号。该信号经 VT 放大后, 推动扬声器 BL 发出报警声。调节 R_2 的电阻值, 使气敏传感器 c、d 之间的电压为 4.5V。

(3) 元器件选择 R_1 选用 1/2W 碳膜电阻器; R_2 选用小型密封式可变电阻器; $R_3 \sim R_6$ 均选用 1/4W 碳膜电阻器。

C_1 选用高频瓷介电容器; C_2 选用耐压值为 16V 的铝电解电容器。

VD 选用 1/2W、6.8V 稳压二极管。

VT 选用 9013 或 3DG6 硅 NPN 型晶体管。

IC 选用 74LS00 或 MC4011 四、二输入与非门集成电路。

传感器可选用国产 QM-N2 气敏传感器件。

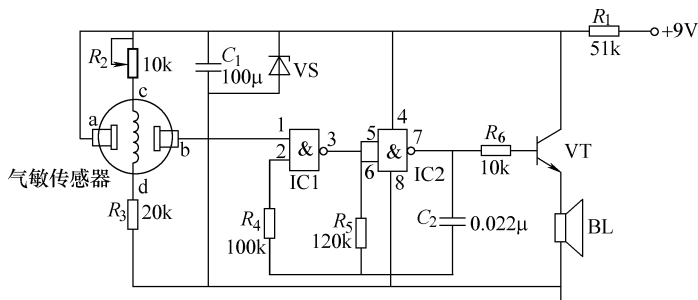


图 13-13 可燃气体报警器

14. 天然气（煤气）泄漏报警电路

我国有大面积的用户使用天然气或煤气烧水做饭。有时汤水溅出可能将火扑灭，如果无人发现，天然气（煤气）泄露是非常危险的。利用天然气、煤气灶熄火报警器就可避免由此造成的事故。当燃气灶熄火时，报警器发出报警信号，提醒主人及时关掉燃气开关。

如图 13-14 所示，在煤气灶点燃后，闭合电源开关 S，电路处于工作状态。光敏晶体管 VT1 受火焰光的照射，呈低阻状态，晶体管 VT2 饱和导通，与 VT3 集电极相连的音乐集成片，IC 的触发端处于低电位，IC 不工作，扬声器 BL 不发声。

若煤气灶在燃烧过程中因故突然熄灭，VT1 失去强光照射，其内阻变大，VT2 退出饱和而趋于截止，IC 的触发端处于高电位，IC 工作，所发出音乐信号经晶体管 VT3 放大推动 BL 发出鸟鸣声报警，提醒主人关闭煤气阀门。

除图中注明外，晶体管 VT1 和 VT2 的 $\beta \geq 500$ 。

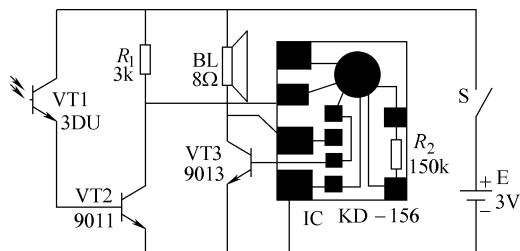


图 13-14 天然气（煤气）灶熄火报警器

15. 天然气灶熄火报警电路

图 13-15 所示电路是第二种天然气（煤气）灶熄火报警器。在燃气灶点燃正常燃烧后，闭合电源开关 S。因光敏电阻 RG 受火焰强光照射，其阻值很小，晶体管 VT1 和 VT2 导通，继电器 K 吸合，其常闭触点 K 断开，音乐集成块 IC 不发声。但是一旦燃气灶熄火，RG 受光照射大大减弱，其阻值增大，使 VT1 和 VT2 截止，继电器 K 释放，常开触点 K 闭合，自动接通 IC 的电源，IC 工作，扬声器 BL 发出音乐告警，提醒主人及时关闭燃气阀门。

除电路中已注明以外，小型继电器选用 JRX-13F，工作电压 12V。晶体管 VT3 为 9014，可用 3DG4M，3DG201，3DG401 或 3DG8A、B 等代替。

调节电位器 RP，可改变报警灵敏度。

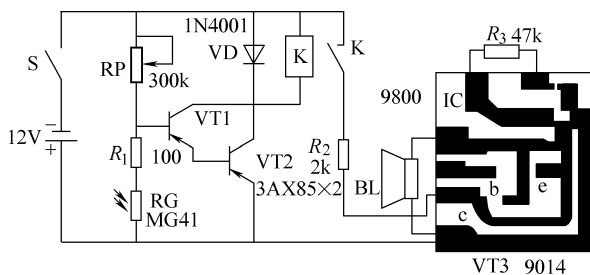


图 13-15 天然气灶熄火报警器

16. 有害气体报警电路

这种瓦斯报警器适合小型煤矿及家庭使用。报警器的电路如图 13-16 所示。它由气敏元件和电位器 RP 组成气体检测电路，时基电路 555 及其外围元件组成多谐振荡器。当无瓦斯气体时，气敏元件 QM-N5 的 A、B 之间电导率很小，由于电位器 RP 滑动触点的输出电压小于 0.7V，555 集成电路的④脚被强行复位，振荡器处于不工作状态，报警器不发出声响。当周围空气中有瓦斯气体时，A、B 之间的电导率迅速增加，555 集成电路③脚变为高电平，振荡器电路起振，扬声器发出报警声，提醒人们采取相应的措施，以防事故的发生。

报警器除了对瓦斯气体的有无可报警外，对烟雾和其他有害的气体也可以报警。调节 RP，可使报警器适应在不同气体、不同浓度的环境条件下的报警。

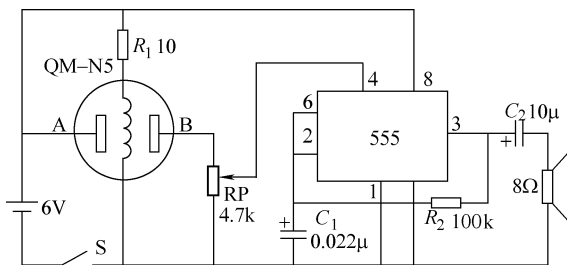


图 13-16 家庭有害气体报警电路

17. 多芯电缆断线检测仪电路

图 13-17 所示为多芯电缆断线检测仪电路。该电路能同时检查多根导线，从而实现快速、准确地检测出电缆中是否有断线以及哪根导线断线，特别适合电信检修人员使用。

电路主要由自激振荡器（由电容 C_1 、电阻 $R_1 \sim R_3$ 和晶体管 VT1、VT2 组成）、脉冲分配器 CD4017 和指示电路构成。使用时，将被检测电缆线的一端接地，另一端的多股导线线头分别与检测仪的 Y0~Y9 输出端相接。自激振荡器输出的脉冲信号经 CD4017 处理后，从其 Y0~Y9 输出高电平，为发光二极管提供工作电压。当被测导线完好时，发光二极管的正负极等电位（电缆线的电阻很小），LED1~LED10 都不亮，若某根导线断线时，与其相接的发光二极管一端经限流电阻接高电位，另一端接地，所以对

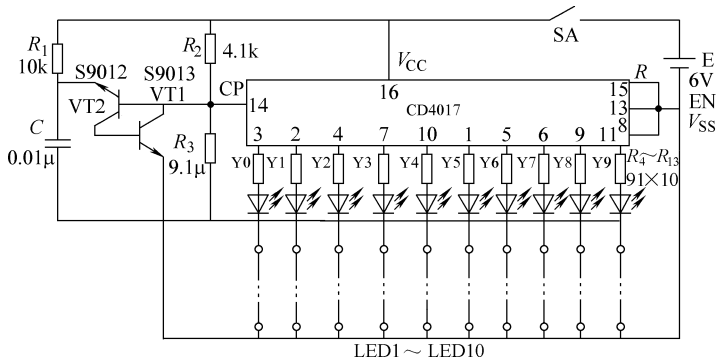


图 13-17 多芯电缆断线检测仪电路

18. 四声报警电路

KD-9561 报警声集成片设两个选声端，即 SEL1 和 SEL2。改变 SEL1 和 SEL2 的电平，可发出机枪声、警笛声、救护车声、消防车声四种声音，现已广泛用于四声玩具枪等，作各种报警信号源，如图 13-18 所示。

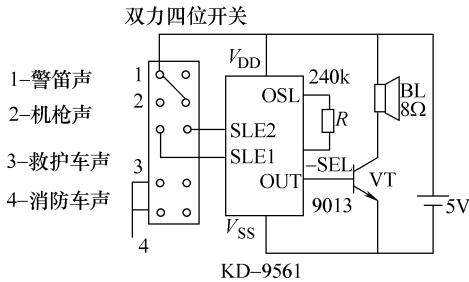


图 13-18 四声报警电路

19. 火灾报警电路

(1) 电路的工作原理 火灾报警器的电路如图 13-19 所示。图中两个平行金属板 A、B 为检测火焰的两个电极。没有火焰时，两个电极间绝缘。这时场效应晶体管 VT1 的栅极经 20MΩ 的电阻接地，而漏极电流在源极电阻 R_2 上产生的电压作为场效应晶体管的栅偏压（负栅压）加在栅极，这时 VT1 工作在负栅压状态，漏极电流很小，因此，稳压管 VS 不导通，VT2 截止，继电器线圈 K 不吸合，VT3~VT5 组成的警笛音响发生器断电，没有报警声音。

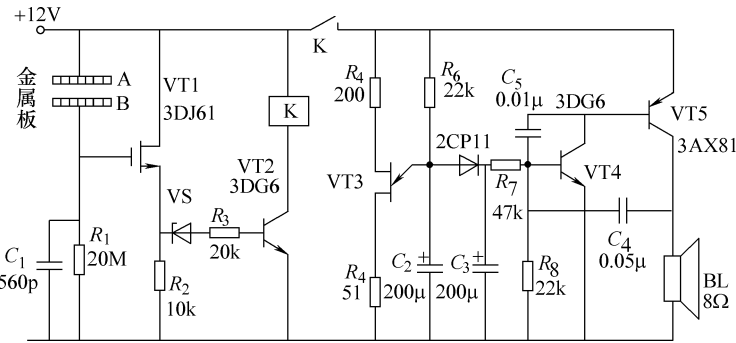


图 13-19 火灾报警器原理图

22. 地震报警电路

这里介绍一种地震报警电路，它可以在发生四级以上地震时立即报警，并能自动点燃照明灯。这种装置简单易作，非常适合家庭使用。

(1) 电路工作原理 图 13-22 为报信器的电原理图。图中，A 为一只铜圆柱体，B 为中间有孔的铜板。A 与 B 固定在地震探测架上，由于铜板的圆孔与铜圆柱体绝缘，所以平时继电器处于释放状态，电源不耗电，但该报警器却保持着监视状态。

当发生四级以上地震时，铜柱体 A 发生倾斜和摆动（A 与 B 之间的间隙为 2mm），A 与 B 相碰，使继电器线圈与电源接通，其常开触点闭合，扬声器发出报警，与此同时，闭合，接通过道中的电灯，使人们迅速转移。

在电路中，VT1 与 VT2 等组成一个超低频正弦波振荡器，VT3、VT4 等组成音频振荡器，这两个振荡器通过电阻 R_5 实现调制，因而超低频正弦振荡器的输出电位高低，直接影响 VT3 基极的工作状态。

图 13-22 中的 SB 是地震报警器的解除按钮。

(2) 制作 装置中，关键是地震探测架的制作。探测架要求足够的灵敏度，在制作工艺上必须严格、精细。底座一般用铸铁或用废旧水泵底座等，也可将金属支架直接预埋到水泥地面之中。铜圆柱体的直径为 30mm，高为 30~45mm，在其顶端钻有 $\phi 2\text{mm}$ 的小孔，供扎系多股铜丝用。

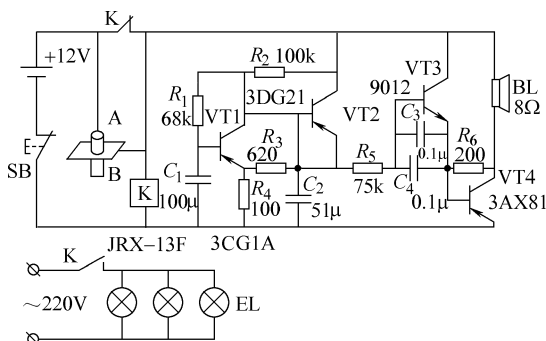


图 13-22 地震报警电路

23. 变压器超温报警电路

变压器超温报警电路如图 13-23 所示，它是将电流互感器 TA1、TA2 接于变压器二次侧两相线上，正温度系数热敏电阻器 RT 浸没在变压器油中。TA1、TA2 感应出的交流电压经 VD1 整流 R_1 、 C_1 滤波后，在 A 点具有一定的电位。当油温升高后，RT 的阻值也增大，使运算放大器的③脚电位大于②脚电位，在其⑥脚输出高电位，使 VT1、VT2 与 C_2 、BL 组成的音频振荡器工作，于是扬声器 BL 和发光二极管 LED 便发出了声光报警信号。

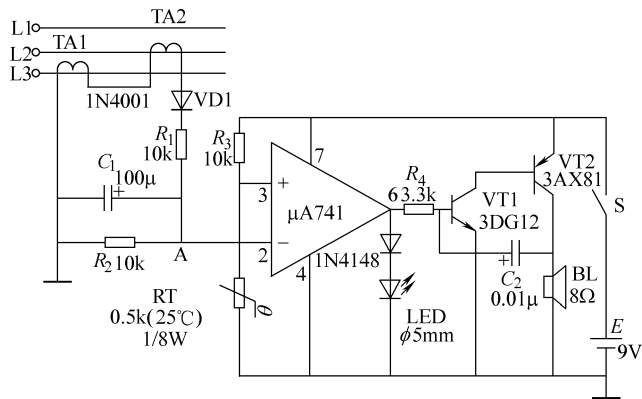


图 13-23 变压器超温报警电路

24. 粮食害虫检测报警电路

在广大农村，国有粮库、面粉厂屯有大量的粮食，为了及时预报虫害，以免给国家和个人造成损失，设计了光电控制害虫检测报警器。

光电控制害虫检测报警器用于检测粮食仓库中是否有害虫发生和害虫的密度。它测报准确率较高，有声光报警并对害虫进行计数显示。在检测状态下，整机工作电流仅为 2.5mA 左右，可用三节一号干电池供电。

(1) 工作原理 光电控制害虫检测报警器如图 13-24 所示。粮仓中的害虫尤其是幼虫，有喜欢向孔、缝中钻的生

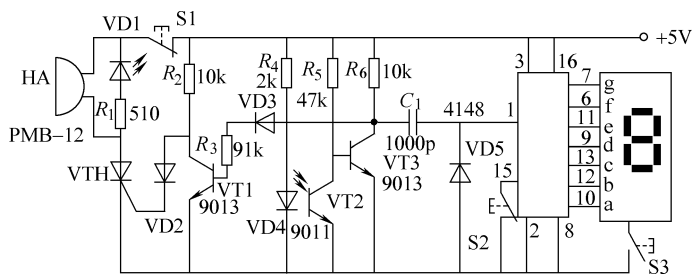


图 13-24 粮食害虫报警器电路

洁习性,羽化前期这种习惯更加明显。本报警器就是基于这种原理设计而成的,它由手柄、多孔管道、探头和报警计数部分组成。报警计数部分安装在值班室,其他部分则插埋在粮仓内,通过导线把两者连接起来。工作程序是:害虫钻进多孔管道后便入收集漏斗中,并通过传感器通道,设在通道中的光电传感器便产生一个电脉冲,这个脉冲分两路输出,一路触发晶闸管 VTH 使其导通,与晶闸管 VTH 串联的讯响器 HA 得电,鸣叫报警。与此同时,与讯响器并接的发光二极管 VD1 发光,指示害虫发生部位(这对多库、多探头检测非常必要),不按报警器消除键 S3,报警声将会长鸣不止,及时无误地提醒人们采取措施,按下 SB3 键后,报警声立即停止。另一路则触发计数器计数,从多孔管道中每掉进一只虫,计数器便会自动计数,按下 S3 键后数码管发光显示,可读取出虫数。为了节省电力,读数后应松开 S2 键,需要清“0”时,按 S2 即可。

(2) 制作介绍 多孔管道选用直径 30mm 左右、长 1000mm、壁厚 1mm 的铁管,在管壁钻孔,制成多孔管道。孔直径要略小于粮食颗粒的最小直径,以免粮食漏入管道中造成误报。探头外壳最好用车床加工,也可用铁皮卷焊,收集漏斗和光电传感器管道用铁皮制作,光电传感器设在探头内。为了增加电测报警的灵敏度和可靠性,VD1 选用聚光型红外发射二极管,VT2 可选用国产的 3DU 型光电晶体管,VT1 的放大倍数应大于 80。

计数电路选用了功能齐全的单片 4026B 集成电路,输入端可以直接与传感器输出端相连,输出端可直接连接到共阴极的 LED 显示数码管上,组成了一个简单、性能可靠的十进制计数器。

声光报警电路的制作:除了讯响器外,将所有元器件焊装在一块印制板上,然后装入一塑料盒中。需注意在侧面上开一个小窗,镶上有机玻璃,并使发光二极管 VD4 装在小窗里。讯响器 HA 靠贴在后盖板安装,并开有若干小孔,用于透声散热

25. 冠心病病人触摸报警电路

这种报警器用于冠心病病人突然发病而又无力开盒取药时,只要按一下报警器的按钮开关,报警器发出声响,引起他人注意,及时进行抢救。

(1) 电路原理 报警器的电路如图 13-25 所示。图中晶体管 VT1、VT2、 R_3 和 R_4 等组成互补型音频振荡器。该音频振荡器受晶闸管 VTH 控制,当按钮开关 SB 按下时,晶闸管被触发导通,即使 SB 放开仍能保持导通,于是音频振荡器工作,扬声器发出报警声,此音频叫声一直持续,以免因意外而中断报警,错过抢救的时机。

图 13-25 中的触点, J 是一常闭触点,该触点装在机壳上,当机壳合上时接通,当机壳一旦断开,电路被切断。

(2) 元件选择与制作 由于整个装置要小巧紧凑,但报警声要尽可能大一些,所以 VT1、VT2 选用中功率管, β 值要求不严,且不必配对。晶闸管用 3CT2K,扬声器用的是 8Ω 、3W 的,外形尺寸为 $\phi 35\text{mm} \times 24\text{mm}$ 。按钮开关选用微型的,用一只 3AG 管,将引脚齐根折断后磨平,然后用磷铜片作成触片,直接焊在印制板上。这种开关稍稍按一下便接通, J 也是用铜片作的。

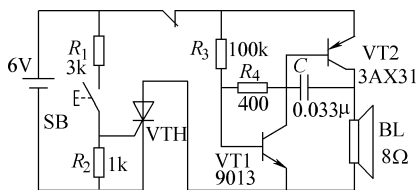


图 13-25 冠心病病人触摸报警电路

26. 煤气检测报警电路

煤气报警电路利用 OC 气体的比重大于普通空气这一现象,使用压敏元件将压力差变为电信号。该信号放大后,推动执行机构,发出报警信号。

图 13-26 为煤气报警装置的电路图。工作时,220V 市电先经电容 C_1 降压限流,再由 2CP18 $\times 4$ 接成的桥式整流器进行整流,并由 VS 稳压和 C_2 滤波;向电路提供低压直流电。 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 组成电桥,其输出接在由 VT1 和 VT2 组成的差分放大器的输入端。放大后的直流信号推动 VT3 使继电器 K 动

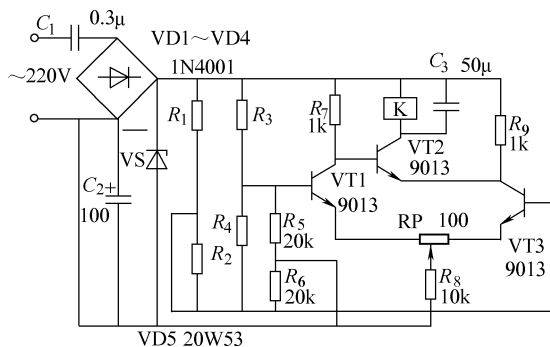


图 13-26 煤气自动检测报警电路

作，接通报警电路。

图中， R_4 为力敏电阻，可采用半导体应变片作为 R_4 。 R_3 为电阻，阻值与 R_4 相同。为了消除温度影响， R_3 可用与 R_4 相同的力敏电阻代替，但是 R_3 应密封在高强度容器中，使其只受温度影响而不受气压影响。

VT1 和 VT2 要求配对使用，VT3 放大倍数应大一些。继电器可选用 RJX-4 型。

调整时，先确定 R_3 和 R_4 ，再根据 R_3 和 R_4 的阻值确定 R_1 和 R_2 的阻值。使 $R_1 = R_2$ ，其阻值为 R_3 或 R_4 的 $1/2 \sim 1/3$ 。电位器 RP 用来使差分放大器调零。

该报警电路，组装好之后，最好放在靠墙角的室内地面上，因煤气比重大，在室内情况下总是沿墙壁降落在低处。

27. 煤气熄火报警电路

用煤气灶烧水或做饭时，有时因开水外溢出使炉火熄灭，如果不及时发现会造成煤气大量外溢，发生中毒危险。

本例介绍的熄火报警电路，当炉火熄灭时，它就会发出响亮的报警声。熄火报警电路如图 13-27 所示。光敏二极管和晶体管 VT1、VT2 组成光控电子开关，VT3、VT4 组成互补型音频振荡器。当炉火燃烧时，光敏二极管受到强烈的红外辐射而使内阻下降，此时 VT1、VT2 均截止，振荡器 VT3、VT4 不工作。当炉火熄灭时，红外辐射基本消失，光敏二极管电阻马上升高，至使 VT1、VT2 很快导通，振荡器 VT3、VT4 通过 VT2 获得电源工作，扬声器即发出声音。

光敏二极管可用 2CU 或 2AU 等系列光敏管。VT1、VT4 可用普通 3DG8 型硅晶体管， β 值 100 左右，VT2 可用 9013 型硅晶体管， β 值大于 50；VT3 可用 3AX31B 型锗晶体管， β 值大于 30 即可，RP 可用微调电位器。其余元件如电路 13-27 所示。

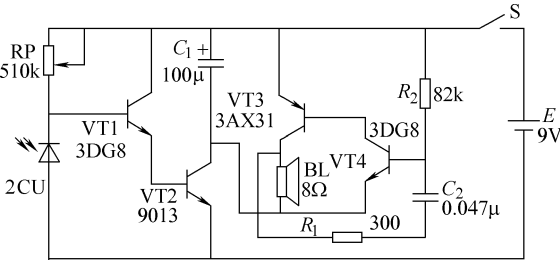


图 13-27 煤气熄火报警电路

28. 无绳电话防盗打电路

电路原理简介。原无绳电话均采用两个稳压电源，一直供电，耗电且被邻近同频率的无绳电话盗用。采用节电电路，无人通话，电路处于关断状态，有人通话，信号经 IC2、 C_1 整流器向 K1 供电，使 K1 吸合，接通节电器和无绳电话电源，由 IC1 组成延时工作电路，VT 导通，K2 吸合，摘机通话，如图 13-28 所示。

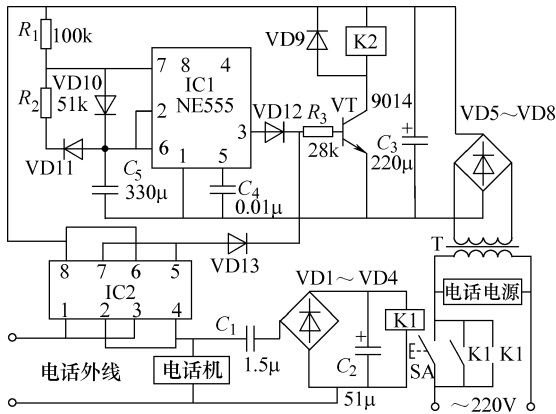


图 13-28 无绳电话防盗打电路

29. 溢出报警电路

溢出报警器可以防止洗衣机筒内、淋浴器贮水箱注水时的水向外溢出和水壶烧水时的沸水溢出,这种溢出报警器结构简单、制作方便、成本低廉。

图 13-29 是报警器的工作原理图。

它是一种由 VT1、VT2 互补自激振荡器,仅用两只晶体管、一只电阻、一个电容和一个扬声器就可以制成这种报警器,由于均采用锗管,故能在较低的工作电压 3V 下工作。

溢出机和淋浴器水箱的探头利用两根金属导线组成,使用时只要将探头放在洗衣机筒内(或水箱内)。

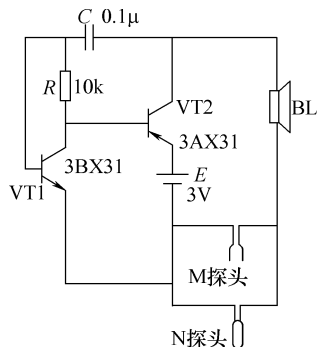


图 13-29 溢出报警电路

30. 温度控制报警电路

温度控制电路是由一种专用智能温度传感集成电路组成的。它具有高、低温光报警功能,无机械触点,温控范围宽,安全可靠,控温精度高。

(1) 电路组成及工作原理 电路组成如图 13-30 所示,主要由整流滤波、温控电路 IC1、光耦合器 IC2、双向晶闸管 VTH 和加热器 RT 等组成。

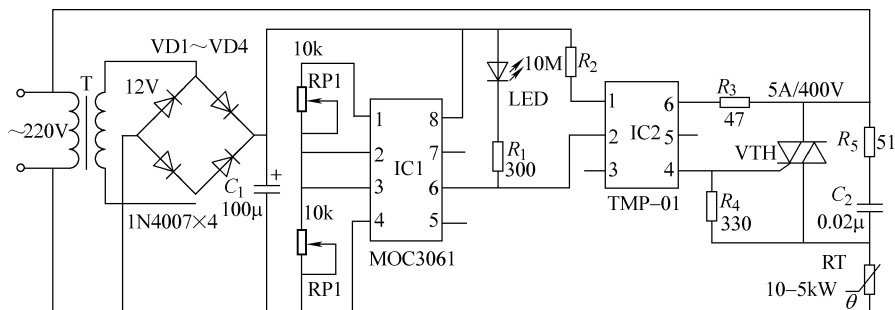


图 13-30 温度控制报警电路

接通电源,变压器 T 一次线绕组通过交流电 220V,二次输出 12V 交流电压,经桥式整流滤波后,供给电子温度控制电路 IC1,在 IC1 的 1、2~3、4 脚分别有 RP1、RP2 电位器,以设置恒温温度。当环境温度低于设置温度时,温控 IC1 的⑥脚输出高电平,红外发光二极管闪闪发光,使 IC2 输出级的光敏双向开关导通,IC2 内部 LED 灯被点亮,触发晶闸管 VTH 导通,加热器 RT 开始加温。当环境温度超过设置温度时,电路 IC1 的⑥脚由高电平跳变为低电平,使得输出级的光耦合器双向开关关断,LED 灯熄灭,VTH 双向晶闸管截止,故使加热器断电停止加温。此时 IC1 的⑥脚将一直保持低电平,只有当环境温度降到设置温度以下时,才输出高电平,从而又使加热器通电工作。这样不断地重复以上控制过程,达到了自动控制温度的目的。

图 13-30 中电阻 R_2 用于限制流往发光管的电流的大小。

(2) 元器件选择 T 选用 5W/12V 电源变压器。

IC1 选用 TMP-01。它是一种电子温度传感器与控制器一体化的单片电路,为 8 脚的 DIP 封装,在 4.5~13.2V 的单电源下工作,其静态电流仅为 400μA。

IC2 (光耦合器) 选用 MOC3061。该器件为双列直插⑥脚封装,①脚和②脚为输入端,④脚和⑥脚为输出端,③脚和⑤脚悬空。

R_4 是触发双向晶闸管的限流电阻,其他元器件见图 13-30。

31. “抓小偷!” 声音报警电路

当发生盗情的情况下,用一个电路重复高喊“抓小偷!”,向人们报警,使盗贼仓皇逃走,也是一件非常有价值的事,电路如图 13-31 所示。

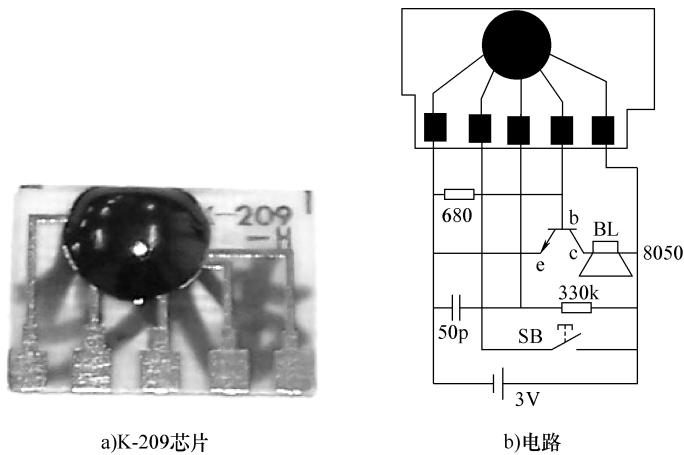


图 13-31 “抓小偷!” 声音报警电路

电路包括存储“抓小偷!”语言芯片 KD-209H、按钮 SB、晶体管 8050、电阻、电容和 3V 电源组成。只要按下按钮 SB，电路就会及时发出“抓小偷!”的声音。你可以装一个试试吧。

32. 儿童走失报警电路

儿童丢失的现象经常发生，到处寻找，给家庭带了不应有的巨大痛苦和经济损失；另外，也给不法分子、人贩子以可乘之机。为此，设计一个无线电报警器，在儿童或高龄老人身上戴上一个发射器，在监护人身上带一个接收器。当儿童或高龄老人离开监护人（家长或保姆）距离 3~4m 时，监护人接到报警声，由于距离不远，很快可以发现，不易丢失。该装置特别适用于在节假日的商场、闹市等人群拥挤的场合。

该装置由发射器和接收器组成，其电路组成及原理分析如下：

(1) 发射器电路 发射器电路如图 13-32a 所示。当 VT3 导通后，给 VT1、VT2 加上正向偏压，VT1、

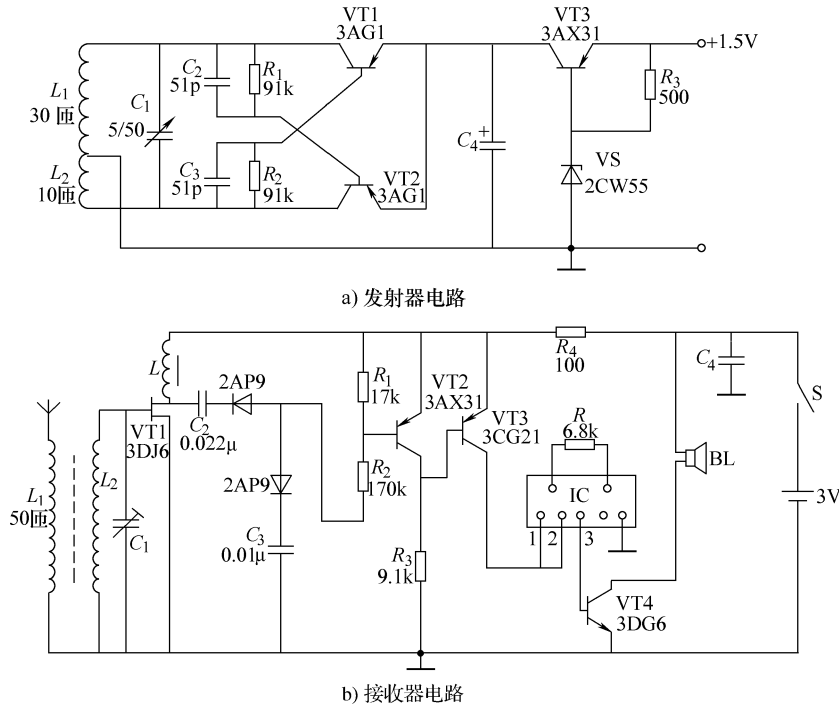


图 13-32 儿童走失报警电路

VT2 组成自激多谐振振荡器开始工作, 产生频率为 1600~1800kHz 的高频等幅振荡信号, 经 L_1 、 L_2 和 C_1 谐振选频回路, 调整 C_1 的大小, 选取需要的发送信号频率, 经磁棒天线发射出去。

其中 L_1 、 L_2 分别用纱包线绕制 80 匝和 40 匝, 微调电容 C_1 为 5~30pF, 其他如图 13-32 所示。

(2) 接收器电路 接收器电路如图 13-32b 所示。接收器天线 L_1 接收到发射器的信号后, 经 L_2 和 C_1 调谐回路选出与发射器同频率的遥控信号, 由于接收的信号很微弱, 经 VT1、VT2、VT3 进行多级放大, 推动四声集成音乐片工作, 由于输出功率较小, 经末级 VT4 放大后, 使扬声器 BL 工作, 发出音乐声, 提醒监护人, 寻找走失的儿童。

33. 汽车防盗报警电路 (一)

随着人们生活水平的提高, 私家车越来越多, 防盗问题极为突出, 本例电路简单可靠, 仅花几元钱, 就可使汽车门被撬开时发出防盗报警声, 并切断灯光和油路, 使汽车无法起动。

(1) 电路工作原理分析 电路组成如图 13-33 所示, 555 时基集成电路作为延时振荡器。延时的作用是使报警器被触发后延迟 30~60s 才发声报警, 这样, 在主人开车门时有时间关断报警器。

当主人离开汽车后, 车门被盗窃者撬开时, 按钮开关 SB 闭合, 继电器 K1 得电而动作, 常开触点 K1-1、K1-2 闭合, K1-1 触点闭合使继电器自锁, K1-2 触点闭合使主电路接通电源并开始工作。当 A 点电压升到大于等于 $2/3U_{CC}$ 时, 555 时基集成电路输出端③脚输出低电平, 继电器 K2 动作, 常开触点 K2-1 及 K2-2 闭合, 使汽车扬声器长鸣不停发出报警声, 同时利用继电器 K2 的触点, 还可以关闭汽车灯光及油路系统而无法起动汽车。

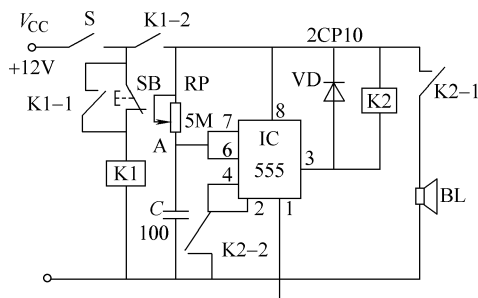


图 13-33 汽车防盗报警电路 (一)

(2) 元器件选择 继电器 K1、K2 选用高灵敏度的小型继电器, 吸合电流小于 30mA 即可, 如 JRX-13F 等。555 时基集成电路选用 NE555、5G1555 等均可, 其他元件无特殊要求。电源使用车载 12V 蓄电池。

(3) 安装调试 按图 13-33 电路原理图, 可设计自制印制板或自购, 插好元件, 结合原理图检查无误后焊好。只要元器件质量可靠, 安装焊接无误, 无需调试即可工作。

34. 汽车防盗报警电路 (二)

本款简易汽车防盗报警电路具有使用元器件少、制作容易等特点。

(1) 电路组成 汽车防盗报警器电路由时基电路 NE555、大功率开关管 VT、开关 S2、延时电容器 C 和电阻器 $R_1 \sim R_4$ 等组成, 如图 13-34 所示。

S1 (S1a、S1b) 是汽车点火开关 (车锁开关), GB 是汽车蓄电池, R_4 是汽车上配合点火线圈用的附加限流电阻器。

(2) 电路工作原理 在汽车正常起动运行时, 开关 S2 置于 b 点, 防盗电路不起作用。

在汽车停放期间, 将 S2 置于 a 点, 此时若接通 S1, 则 +12V 电压经 R_1 对 C 充电, 使 IC 的②脚和⑥脚电位逐渐升高, 同时 IC 的③脚输出高电平, 使 VT 导通, 点火电路被接通, 发动机可以起动。延时几秒钟后, c 充电结束, IC 的②脚和⑥脚电位上升至 8V 时, IC 内部的触发器翻转, 其③脚由高电平变为低电平, VT 截止, 点火电路被断开, 发动机自动熄火, 汽车无法开走。发动机反复起动与熄灭的响声, 相当于报警信号。

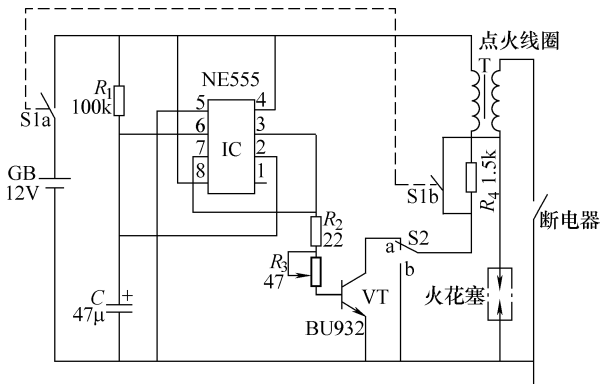


图 13-34 汽车防盗报警电路 (二)

35. 停电报警电路

有时,当电源因故障停电时,需自动报警,以告知人们尽快排除故障。图 13-35 所示是一种停电报警器。当电源正常供电时,KA 继电器吸合,从而使 KA 常闭触点断开,这时电源通过指示灯 EL、二极管 VD1 向电解电容 C_1 充电。当电源因故障停电后,继电器 KA 释放,KA 常闭触点闭合,使电解电容 C_1 向声光报警电路放电,氖泡发光,扬声器发出报警信号,报警时间为 5~6min。

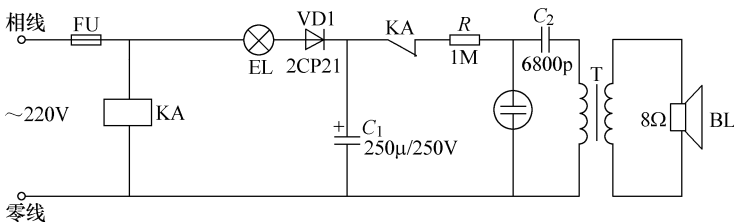


图 13-35 停电报警电路

36. 停电声光报警电路

停电声光报警电路如图 13-36 所示。电路由交流检测（左半部分）和音频振荡器（右半部分）组成。交流电 220V 经 VD 整流、 C_1 滤波得到 300V 直流高压。此直流一路经 R_1 使发光二极管 LED1 发光，另一路经 R_2 送入光耦合器 4N25 的①脚，使内部的发光管点亮，光照射到光电晶体管上，此光电晶体管呈低电阻导通，将 VT1 基极电位拉到地电位，音频振荡器无法正常工作，扬声器与发光管均无电流流过，既不发声也不发光。

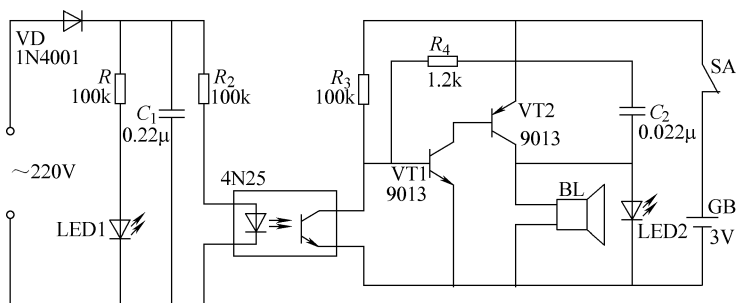


图 13-36 停电声光报警电路

一旦突然停电, C_1 两端检测电压消失, LED1 熄灭, 光耦合器中内部的发光管也随之熄灭, 光电晶体管没受到光照呈高阻, VT1 的基极不再被光耦合器短接到地, VT1、VT2 等元件组成的音频振荡器满足振荡条件而开始振荡, 使扬声器和 LED2 发声、发光。当市电恢复供电时, LED1 发光。

37. 家庭被盗电话自动报警电路

该电路能在住室被撬时, 自动通过电话线向指定的电话机报警, 指定电话机可以是 110 报警电话、办公室电话, 也可以是邻居、朋友的电话, 以便主人不在家时, 监视家庭安全, 实现盗情群防群治的目的。

电路如图 13-37 所示。它主要由探盗电路、自动拨打电话电路两部分组成。探盗电路由微型振动模块 XDZ-01 等元件组成。NE555 组成单稳延时电路, 配合周围元器件组成自动拨打电话电路。

当窃贼撬锁开门时, 只要在间隔时间为 10s 内, 连续有两次振动信号作用于 A1, 则 A1 的②脚输出高电平, VT1 导通, A2 的②脚为低电平, 555 电路进入单稳延时状态, ③脚输出高电平, VT2 导通, 继电器吸合, K1 闭合模拟电话机摘机; K2 接通电话机上可“一键拨通”的紧急呼叫键, 使电话机自动拨通事先储存好号码的对应报警电话; K3 触发警报声音乐片, 使监视电话摘机后就能听到反复的警报声, 根据事前的约定采取相应的措施。单稳结束, 继电器断开, 电话复原, 完成一次报警过程。

平时, 当主人正常开、关门时, A1 受振动时间不足 10s, 虽然 A1 的②脚也有高电平输出, 但由于时间短, C_2 两端充电电压达不到 1.3V, VT1 仍截止, 后面的电路不工作。同时 R_2 、 C_2 的延时, 也避免了外

界短暂干扰造成的误报警。

报警音乐片如能换成语言录放板,则更加实用方便。

制作时,A1选用XDZ-01微型片状振动模块,其内部含有放大、滤波整形、积分、延时和电平转换等电路。其主要电参数:工作电压范围 $2.4\sim 6\text{V}$,典型值 3V ,极限值 9V ; 3V 工作电平下的静态电流小于 $50\mu\text{A}$,输出电流大于等于 5mA ,输出时间大于等于 10s 。A2选用NE555,A3选用警报声音乐片电路,K用JAG-4-3HA型干簧继电器。其他元器件如图13-37中所示,无特殊要求。

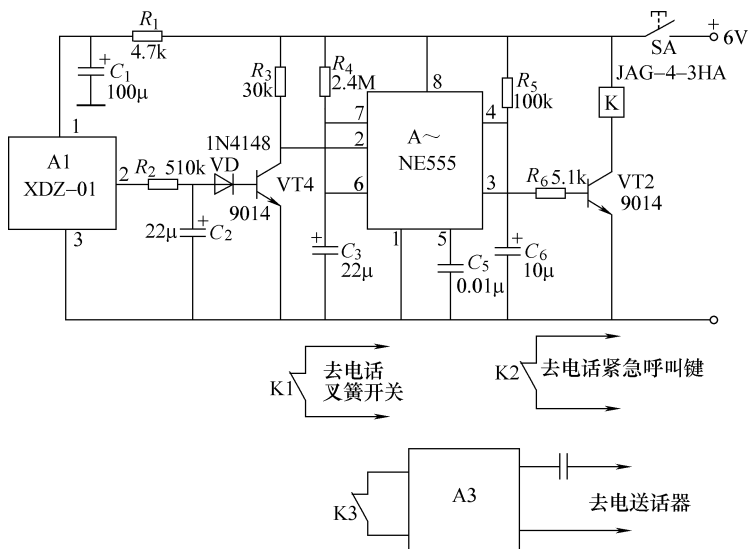


图 13-37 家庭被盗电话自动报警电路

38. 停电来电报警电路

一些重要的工作场所,在停电时往往用备用发电机发电来满足用电需要,例如在电影院、宾馆等场所。而在电网恢复供电时,则希望能迅速停止备用发电机工作,以避免不必要的浪费。如图13-38所示是一台简单的停电、来电报警器,可方便地告知停电、来电的情况。

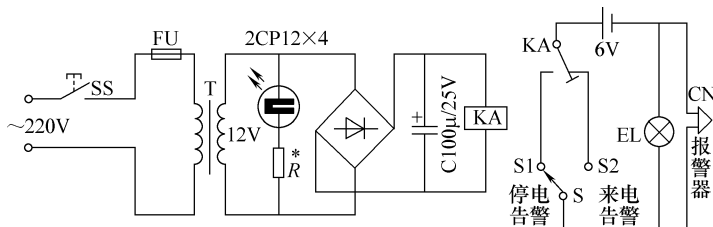


图 13-38 停电来电报警电路

当电网正常供电时,氖管 N 通电发光,继电器 KA 吸合,此时将开关 S 置于 S1 位置,讯响器 CN 和灯泡 EL 不能得电报警。当电网失去电压时,KA 释放,这时接通线路中讯响器电源线路,发出停电报警,使值班人员及时开动备用发电机,开机后把开关 S 拨到 S2 位置,为来电报警做好准备。当来电时,报警器发出来电报警信号,告知工作人员电网来电,便可及时停止发电机发电;并改为电网供电。同时将开关 S 置于 S1 位置,报警信号停止,并为下次监测停电作好准备。

39. 防盗报警电路

图13-39是简单的防盗报警电路,传感器采用热释电传感器 IRA-E100SZI,当检测到人体移动时,压电蜂鸣器就鸣笛报警。传感器接收到的信号经交流放大器放大,再经整流电路变为直流驱动晶体管 VT1,

当 VT2 导通时, 压电蜂鸣器告警。几赫兹附近电路中放大器的增益需要 70dB 左右, 单级放大器不够时, 可采用多级放大器以确保必要的增益。人体移动产生的输入信号非常微弱时, 一般要用光学系统进行放大。

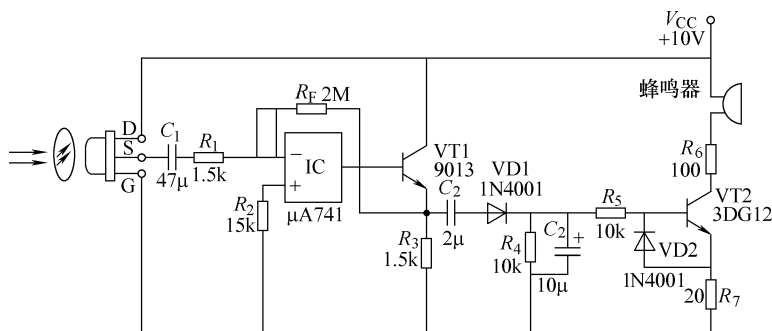


图 13-39 防盗报警电路

40. 声控防盗报警电路

本例介绍的声控式防盗报警器, 是利用声音 (脚步声和物体的振动声、撞击声等) 作为触发信号的报警器, 可用于果园、库房、菜园等场所的防盗报警。

(1) 电路工作原理

① 电路组成: 声控式防盗报警器电路由声控放大电路、单稳态触发器电路和多谐振荡器组成, 如图 13-40 所示。声控放大电路由压电蜂鸣片 BC、电阻器 $R_1 \sim R_3$ 、电容器 C_1 、电位器 RP 和场效应晶体管 VT 组成。

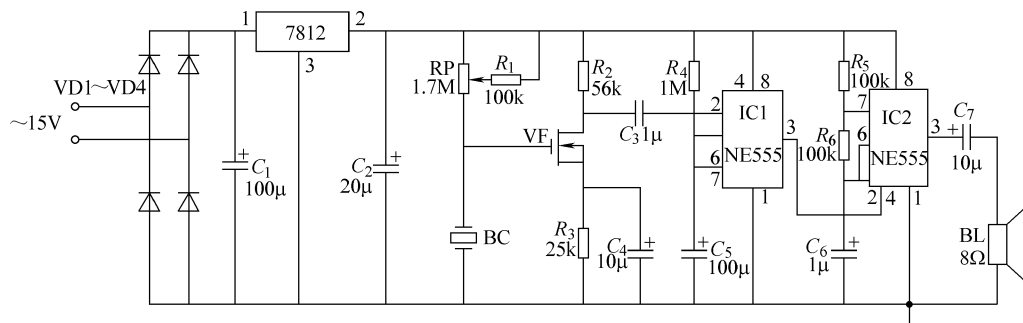


图 13-40 声控防盗报警电路

单稳态触发器电路由时基集成电路 IC1、电阻器 R_4 和电容器 C_2 、 C_3 组成。多谐振荡器由时基集成电路 IC2、电阻器 R_5 、 R_6 和电容器 C_4 组成。

② 工作原理: BC 作为音频传感器来检测盗情。在 BC 未检测到声音信号时, 单稳态触发器电路处于稳态, IC1 的③脚输出低电平, 多谐振荡器不振荡, 扬声器不发声。当有窃贼走近 BC 的监控区行窃时, BC 将检测到的声音信号变换为电信号, 此信号经 VT 放大后产生触发信号, 使单稳态触发器电路受触发而翻转, 由稳态变为暂稳态, IC1 的③脚由低电平变为高电平, 多谐振荡器振荡工作, BL 发出报警声。

与此同时, C_5 通过 IC1 的⑦脚内电路快速放电后, 又经 R_4 充电。当 C_5 充电结束 (约 2min) 后, 单稳态触发器电路翻转, 恢复为稳态, IC1 的③脚由高电平变为低电平, 多谐振荡器停振, BL 停止发声, 报警器又进入警戒状态。调整 RP 的阻值, 可改变声控的灵敏度。

(2) 元器件选择

- ① $R_1 \sim R_6$ 选用 1/4W 金属膜电阻器或碳膜电阻器;
- ② RP 选用 WSW 型实心可变电阻器;
- ③ C_1 、 C_2 选用电解电容器, 耐压 50V, C_3 、 C_5 和 C_7 均选用耐压值为 16V 以上的铝电解电容器; C_4 和 C_6 均选用耐压值为 50V 的铝电解电容器;

- ④ VD1~VD4 选用 1N4007 整流二极管；
- ⑤ VT 选用 3D02 或 3D04 一型场效应晶体管；
- ⑥ IC1、IC2 选用 NE555 型时基集成电路，也可以用一只 NE556 双时基集成电路来代替。
- ⑦ BL 选用 0.5W、8Ω 的电动式扬声器；
- ⑧ BC 选用 Φ27mm 高灵敏度压电陶瓷蜂鸣片。为扩大防盗范围，可用多只蜂鸣片并联使用。

41. 防火防盗电话智能报警电路

自动报警器包括 DTMF 自动拨号电路、密码控制电路、语音检测与报警电路、电话机接口电路、电源电路以及键盘显示电路。

(1) 自动拨号报警部分 MT8888 芯片不仅具有 DTMF 信号收发功能，而且具有电话信号音检测功能，它可以方便与 MCS51 系列单片机接口。在本系统中，MT8 及外围电路如图 13-41 所示，它的接收部分采用单端输入，由 R_{201} 、 R_{202} 和 C_{201} 组成，它的发送部分 R_{205} 、 R_{206} 、 C_{204} 、 C_{205} 和 XTAL2 构成，它的控制部分由 R_{203} 、 C_{201} 构成。由于 $\overline{\text{IRQ}}$ 和 CP 端为开源输出，故要用上拉电阻 R_{204} 。 C_{203} 为去耦电容。DTMF IN 和 DTMF OUT 与电话接口电路相连。

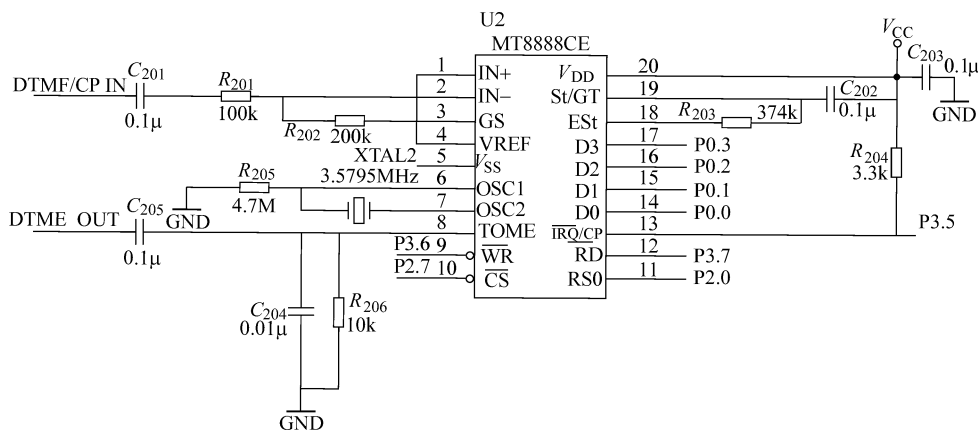


图 13-41 拨号电路

(2) 语音集成电路 ISD1420 是单片固态语音集成电路，语音一经录制，可保存 10 年以上，可反复录制 10 万次，其录放时间可达 20s。当按下 REC 键后，录音开始，数据从 0 地址开始存储，直到存储器满或者松开按键为止。当按下 PLAY 键后，则开始放音，直到 PLAY 松开或者存储器用完为止。本系统的语音电路如图 13-42 所示。语音信号由驻极体传声器拾取，从 MIC 和 MIC REF 两端输入芯片内部的放大器进行放大，经功放后的音频信号从 SP+ 和 SP- 两端输出并推动扬声器发音。在此电路里，SP+ 被用来与电话接口电路相连，以送出语音信号。C305 和 R305 为增益调整电路。

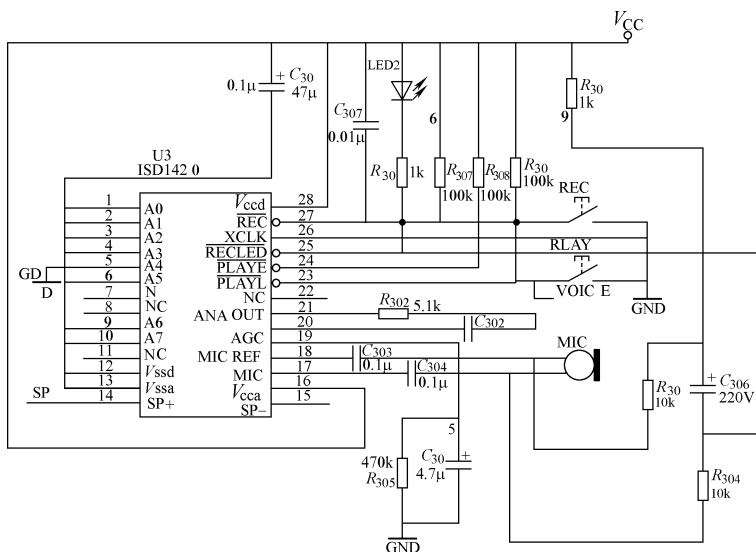


图 13-42 语音电路

拨号电路、语音电路均需要

通过电话接口电路与外界相连。为确保拨号电路的 DTMF 信号正常发送和语音电路语音信号的正常播出,系统设置极性保护电路,由二极管桥路构成,不论用户如何将外线接入 LINE IN 口,都能确保电路内部的 2 线为正电压。

(3) 密码、键盘及显示部分 报警系统采用密码开启与关闭功能,并可随时加以修改。键入的密码值与密码缓冲区中的原始密码值相比较,相同则撤防,用户可以进入。当有六次误码输入时,密码电路就输出高电平,自动报警器进入报警状态,发出报警信号。密码电路设有 90s 定时中断控制信号,防止长时间无效操作。

键盘是用来完成全部系统状态显示和所有功能操作的装置,在键盘上可以对系统进行密码布防、撤防、旁路及编程设置,如将预置各种延时时间、预置接警电话、通信格式及各类报告信息和触发紧急报警。对探头状态、电源状态以及各地址状态都有故障显示或报警显示。撤防时,防区上方的指示灯会自动点亮,表示防区已撤防,可以随便通行,即使在有报警探头发出信号时,系统也不发出报警启动信号。

(4) 电源部分 ICL7673 是单片 CMOS 备用电源集成电路,正常工作时,主电源经过电阻和硅二极管对镍镉电池进行涓流充电,输出电压为主电源电压。当电网突然停电时,改由备用电源对系统继续供电,输出电压变为备用电源电压值,可保证系统在主电源掉电时正常工作。

42. 无线电感式报警电路

感应式防盗无线电报警电路,采用无线电探测技术,实现报警功能的一种电路。该电路简单、可靠、容易制作。是一种理想的报警方式。

(1) 电路组成 感应式防盗报警器电路由无线电扫描探测电路、信号处理电路和报警电路组成,如图 13-43 所示。

雷达探测电路由雷达探测模块(内含微波发射、低通滤波、选通放大等电路) IC1、天线 W 和电感器 L 组成。

信号处理电路由识别放大模块 IC2(内含稳压、选通放大、软起动、比较放大、延时驱动等电路)、电容器 C_1 、 C_2 、电阻器 R_1 和电位器 RP 组成。

报警电路由电阻器 R_2 、晶体管 VT、二极管 VD、继电器 K 和报警器 HA 组成。

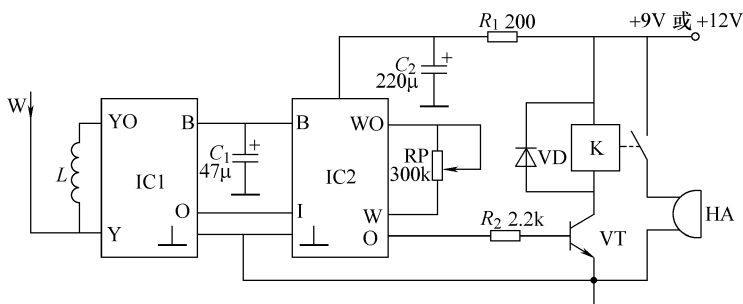


图 13-43 无线电感式报警电路

(2) 报警原理 IC1 内部的振荡电路产生的微波振荡信号(约 1000MHz)通过天线 W 向周围空间发射高频电磁波。在雷达扫描探测区域内无物体移动时,IC2 的控制输出端(O 端)输出低电平,VT 处于截止状态,K 处于释放状态,HA 不发声。

当有人在无线电扫描探测电路的有效控制范围内移动时,空间的磁场将发生变化。天线 W 将探测到人体移动分回波信号送入 IC1 进行低通处理后,使 IC1 的信号输出端(O 端)输出超高频信号,该信号经 IC2 进一步选通放大及延迟驱动处理后,从其控制输出端输出高电平,使 VT 导通,继电器 K 吸合,HA 通电发出响亮的报警声。

43. 病人呼叫报警电路

本例介绍的病人呼救报警器安装在药盒上,适用于冠心病病人随身携带使用。病人在冠心病突然发作时,只要按一下药盒(药盒上写着“请帮助我服用盒内药丸粒”)上的按钮,该报警器就会发出音响报警信号,引起在场人们的注意,以便得到及时的救助。

(1) 电路组成 病人呼救器电路如图 13-44 所示。它由触发电路和振荡器组成,触发电路由电阻器 R_3 、触发按钮 S1 和晶闸管 VTH 组成。振荡器由时基集成电路 NE555、电阻器 R_1 、 R_2 、电容器 C_1 、 C_2 和

扬声器 BL 组成。

(2) 工作原理 S2 为常闭型电源开关, 在药盒关闭时接通, 打开药盒时 S2 断开。

在未按动触发按钮 S1 时, 晶闸管 VTH 处于截止状态, 振荡器不工作, 扬声器 BL 不发声。

当病人按动 S1 后, +9V 电压经 S2、R₃ 和 S1 加至 VTH 的门极上, 使 VTH 受触发而导通, 振荡器通电工作, 从 IC 的③脚输出频率为 1kHz 左右的振荡信号, 驱动扬声器 BL 发出刺耳的高频报警声。打开药盒后, S1 断开, VTH 截止, 振荡器断电, BL 停止发声。

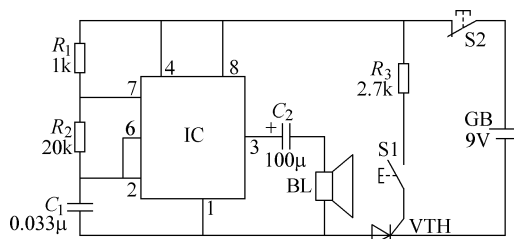


图 13-44 病人呼叫报警电路

4.4. 红外线防盗报警电路

红外线反射式防盗报警器, 采用反射式红外探测组件 (其最大探测距离可达 12m) 来触发报警器, 当检测到盗情时, 报警器会发出逼真的狗叫声, 提醒主人 “有外人入侵”。

(1) 电路组成 红外线反射式防盗报警器电路由电源电路、红外线探测电路、语音发生器和音频放大输出电路组成, 如图 13-45 所示。电源电路由电源变压器 T、整流桥堆、滤波电容器 C₄、C₆ 和三端稳压集成电路 7812 组成。

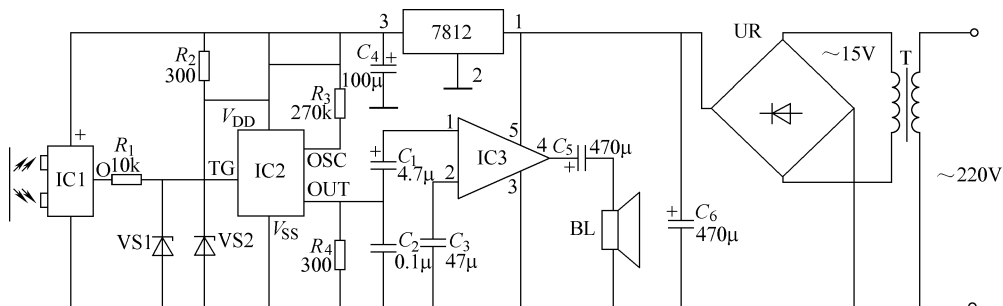


图 13-45 红外线防盗报警器电路

红外线探测电路由红外线反射式探测模块 IC1、电阻器 R₁、稳压二极管 VS1 组成。

音效发生器由音效集成电路 IC2、电阻器 R₂、R₃ 和稳压二极管 VS2 组成。

音频放大输出电路由音频功率放大集成电路 IC3、电容器 C₁~C₃、C₅ 和扬声器 BL 组成。

(2) 电路工作原理 交流 220V 电压经 T 降压、桥式整流、C₆ 滤波后, 一路为 IC3 提供 15V 脉动直流电压; 另一路经 IC4 稳压后, 为 IC1 提供 +12V 工作电压, +12V 电压还经 R₂ 限流降压和 VS2 稳压后, 为 IC2 提供 +3V 工作电压。

正常情况时, IC1 输出低电平, IC2 不能触发工作, 扬声器 BL 不发声。当有外人进入 IC1 的警戒探测区域, IC1 发射的红外线信号经人体反射回来。

IC1 接收到人体反射回来的红外信号并对该信号进行处理后, 输出高电平触发信号, 使 IC2 受触发工作, 输出音效电信号。该电信号经 IC3 功率放大后, 驱动 BL 发出响亮的狗叫声, 提示主人 “有异常情况” 发生。

(3) 元器件选择

① R₁~R₄ 选用 1/4W 金属膜电阻器或碳膜电阻器;

② C₁、C₃~C₅ 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容器; C₂ 选用独石电容器或涤纶电容器;

③ C₆ 选用耐压值为 25V 的铝电解电容器;

④ VD1 和 VD2 选用 1/2W、3V 的硅稳压二极管;

⑤ IC1 选用 TX05D 型红外线反射传感模块组件; IC2 选用 KD-5608 型音效集成电路; IC3 选用 LM386 型音频功率放大集成电路;

⑥ BL 选用 2W、8Ω 的电动式扬声器;

⑦ T 选用 8W、二次电压为 15V 的电源变压器。

45. 火灾烟雾报警电路

该电路适用于对煤气、液化气、汽油、一氧化碳、烷类挥发性气体及纸张、木材、橡胶、塑料制品等燃烧生成的烟雾进行检测。

(1) 工作原理 电路如图 13-46 所示。

电源由电池供电 12V，电源开关 S， R_1 、 R_2 ， C_1 滤波，稳压二极管 VS 组成。QM-N5 采用半导体气敏元件作为传感器，实现“气—电”转换，555 时基集成电路及周围元件组成触发电路和报警音响电路。由于气敏元件工作时要求其加热电压相当稳定，所以利用 12V 电源对气敏元件加热灯丝进行稳压，报警器就能稳定地工作在 180~260V 的范围内。电路工作时，由 555 时基电路组成的自激多谐振荡器，利用它的复位端进行触发。当气敏元件接触到可燃性气体和上述烟雾时，其阻值降低，使 555 时基电路复位端④脚电压上升，当电压达到 555 时基电路电源电压 V_{cc} 的 1/3 时，输出端③脚输出高电平，驱动扬声器发出报警声，灵敏度高。

(2) 元器件选择 电源变压器输出功率大于 5W，二次电压为 9V（应经浸漆烘干处理）。LED 选用 BT301 型发光二极管。气敏元件采用 QM-N5、PS810 型光电式感烟器或 MQ211 型，它们是一种通用性比较强的气敏元件，适用于燃气、煤气、液化石油气、一氧化碳及醚类、苯类挥发性气体，并可对木材、纸张、棉布、塑料制品燃烧烟雾进行报警。其他元件规格按原理图中标注选择，无特殊要求。

(3) 安装调试 把全部元件按图 13-47 提示装插好，并根据原理图检查确认无误，然后在焊接面上焊接。调试时，开机预热 10min，调节电位器 RP（选用小型实心微调电位器），使报警器进入报警器状态，把上述气体接近气敏元件，报警器应发出报警声。调试报警灵敏度时，把报警器通电 10min 后，置于密封透明袋中，然后向袋中注入 0.08% 一氧化碳标准气体，观察报警器是否报警。若数分钟后不报警，表明灵敏度太低，应把电位器 RP 中心抽头向下微调一些。重复上述试验，直到报警为止。最后，把一氧化碳标准气体的浓度降到 0.06%，重复上述操作，电路应当不报警。

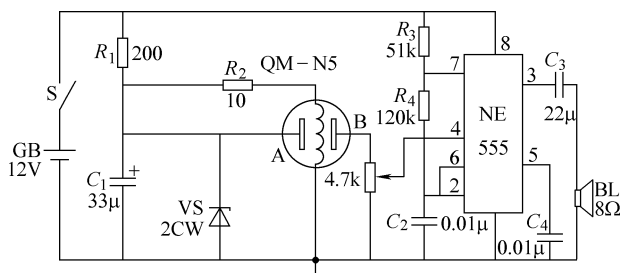


图 13-46 火灾烟雾控制电路

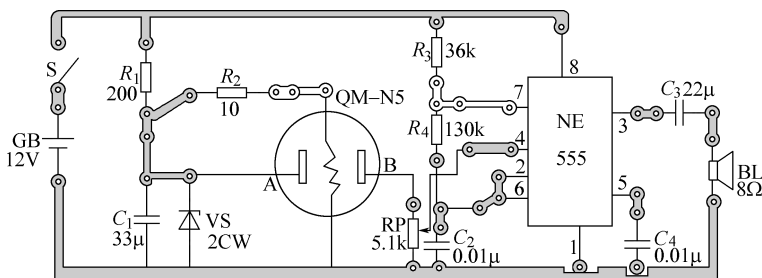


图 13-47 火灾烟雾报警器印制板图

46. 人手感应报警电路

如图 13-48 所示的为人手感应式报警器电路，简单而实用，当人的手靠近感应线时，报警器便发出报警声，这非常适用于阳电器的防盗报警器。

感应线 L 是一根长 10~50cm 的导线，导线如果太长，会引起报警器自报警。当人手接近感应线 L 时，会在 L 上感应出信号，该信号加到时基电路

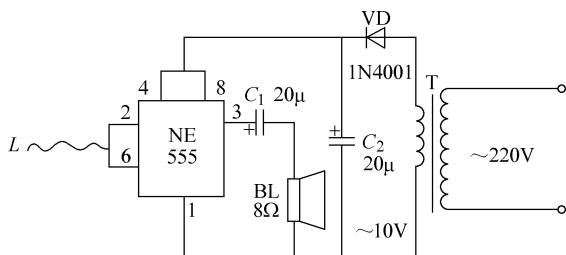


图 13-48 人手感应报警电路

NE555 的第②脚和⑥脚, 由于②脚和⑥脚输入阻抗很高, 即使是微弱的感应信号也会使 555 工作, 第③脚较强的信号来驱动扬声器 BL 发声。

该报警器灵敏度很高, 在人手距离感应线 15cm 时, 报警器默发出报警声, 延续 1s 后消失。

47. 激光防盗报警电路

本例介绍的激光探测防盗报警器, 具有电路简单、容易制作、监控范围远 (500~1200m) 的特点, 可用于农林果园、瓜菜田地、鱼塘等场所的防盗报警。

(1) 电路组成与工作原理 该激光探测防盗报警器电路由电源电路、激光监控电路和声音报警电路组成, 如图 13-49 所示。电源电路由降压电容器 C_1 、泄放电阻器 R_1 、整流二极管 $VD1 \sim VD4$ 、滤波电容器 C_2 、限流电阻器 R_4 和稳压二极管 VS 组成。

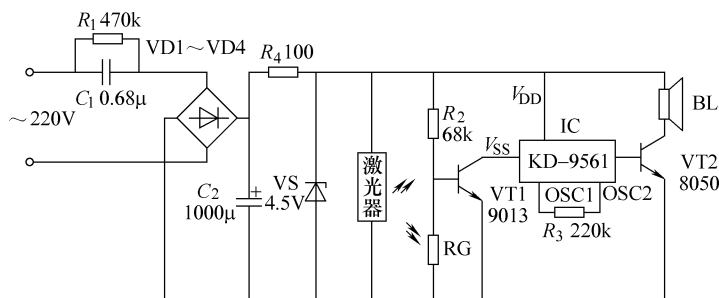


图 13-49 激光探测防盗报警器电路

激光监控电路由激光器、光敏电阻器 RG、电阻器 R_2 和晶体管 VT1 组成。

声音报警电路由报警音效集成电路 IC、电阻器 R_3 、晶体管 VT2 和扬声器 BL 组成。

交流 220V 电压经 C_1 降压、 $VD1 \sim VD4$ 整流、 C_2 滤波、 R_4 限流及 VS 稳压后, 一路为激光器提供 +4.5V 工作电压, 另一路供给声音报警电路。

平时, RG 受激光器发射的激光照射而呈低阻状态, VT1 因基极为低电位而截止, IC 不工作, BL 不发声。

当有人或物体进入警戒区域遮断激光通路时, RG 变为高阻状态, 其两端电压降增大, 使 VT1 饱和导通, IC 通电工作后输出的音效电信号经 VT2 放大后, 驱动 BL 发出报警声 (警笛声)。

若嫌报警声太小, 可增加一组功放电路或使用 TWH 系列高响度报警器和升压功放模块。若警戒距离较远时, 可将激光器与激光接收报警电路分开单独供电。

(2) 元器件选择 R_1 和 R_4 均选用 1/2W 金属膜电阻器; R_2 和 R_3 均选用 1/4W 金属膜电阻器。

RG 使用 MG45 系列的光敏电阻器。

C_1 选用耐压值为 500V 以上的涤纶电容器或 CBB 电容器; C_2 选用耐压值为 25V 的铝电解电容器。

$VD1 \sim VD4$ 均选用 1N4007 型硅整流二极管。

VS 选用 1W、4.5V 的硅稳压二极管, 例如 2CW21A 或 2CW103、1N4732 等型号。

VT1 选用 S9013 或 3DG6、3DG8 型硅 NPN 晶体管; VT2 选用 8050 或 C8050、3DG8050 型硅 NPN 晶体管。

IC 选用 KD9561 型报警模拟音效集成电路。

激光器使用 4.5V 玩具激光枪。

BL 选用 0.25W、8Ω 的电动式扬声器。

48. 人体感应自动“演讲”电路

该电路具有人来就“演讲”, 人走就停的特点, 适用于店铺做宣传或做家用门铃等, 可自动录音、放音, 控制距离在 7m 以内。

工作过程如下:

电路如图 13-50 所示。首先按住语音录放芯片 IC5 的 REC 录音键, 待 LED 发光二极管亮后, 对着驻极

体电容传感器进行录音。当时间超过 12s, 发光管不亮时, 松手录音结束。需修改内容时, 重复上次操作。

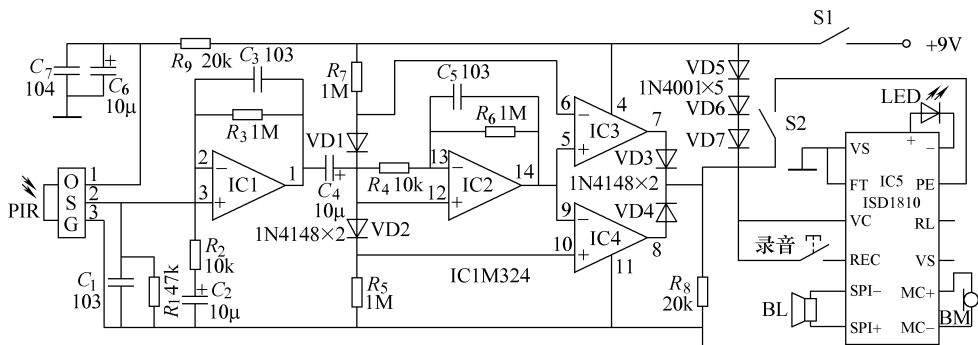


图 13-50 人体感应自动解说电路

当人在 PIR 透镜前面走动时。透镜感应到人体的红外信号（只允许波长在 $7\sim 14\mu\text{m}$ 的信号通过，而将灯光、太阳光及其他辐射源滤掉，以抑制干扰。热释电红外传感器 PIR 窗口接收到感应信号。通过②脚 S 端输出到 IC1 LM324 的③脚，感应信号电压 $0.4\sim 1.1\text{V}$ （不同传感器的工作电压有所区别， R_1 、 C_1 起滤波作用），进行放大，其①脚的输出电压在 $0.5\sim 1\text{V}$ 间波动，通过 C_4 、 R_4 接至 IC2 的⑬脚后进行二级放大。IC3 的⑥脚电压在 0.2V 左右，IC4 的⑩脚电压在 0.2V 以下，IC2 的⑭脚输出电压约 4.6V 。IC3、IC4 为比较器。IC2 的⑭脚的输出信号接至 IC3 的⑤脚和 IC4 的⑨脚，经与基准电压比较，IC3 的⑦脚和 IC4 的⑧脚输出 4.4V 左右高电平，经 VD3 和 VD4 触发 IC5 的 PE 端，使内部储存的录音信号触发，经 SPI+、SPI- 内部功放输出，驱动扬声器发声，发音时间为 2s 。

如果 PIR 透镜前面没有人体信号或者人在透镜前不移动，则 IC1 和 IC2 的输出电压稳定，不能触发 IC3 和 IC4 输出低电平，语音芯片不工作。本电路静态电流 6mA ，动态扬声器工作总电流 $20\sim 80\text{mA}$ 。

需要指出的是，人体感应自动讲解仪需要预热，时间大约 1min ，所以用一只开关控制，等状态稳定后再打开让其自动工作。另外，焊接 PIR 热释电人体探头、LM324 及语音芯片时，电烙铁应可靠接地，焊接时间要短，以免损坏芯片。人体传感器型号为 RS03，也可用别的传感器。但元件 IC1、IC2、 R_3 和 R_6 的参数要重新设计。

49. 超温报警电路

这是一个用热敏电桥制作的超温报警器，如图 13-51 所示。 R_P 、 R_1 和 R_T 、 R_2 构成一个测温用的热敏电桥；VT1、VT2，构成差动放大器；VT3 和 VD 组成输出电路；VT4、VT5 和 C 组成互补音频振荡电路。当温度在所控制的范围内时，热敏电桥处于平衡状态，此时 $u_o=U_o$ ，VT1、VT2 所构成的差动放大器输出端 $u_o=0$ ，VT3 因得不到足够的基极偏置电流而截止，音频振荡器不工作，扬声器 BL 无声。

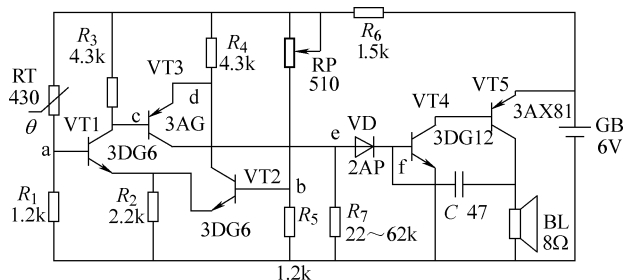


图 13-51 超温报警电路

当外界温度超过所控制的温度时，热敏电阻器 R_T 的阻值下降，电桥平衡被破坏，a 点电位升高，d 点电位也随之升高，使差动管输出 u_o 高于 U_o ，VT4 和 VT5 相继导通，BL 发出长鸣的“嘀”声报警。

50. 水满报警电路

如图 13-52 所示是一水满报警电路。工作时将开关 S1、S2 闭合，当水箱里面的水位上升到规定的深度时，两个感应片通过水箱里面的水导通，使继电器 kA 吸合，此时可通过电扬声器发出警报，安全绿灯熄灭，红灯发出亮光显示。整机可装入一个小塑料盒内，a、b 感应片应安装在水箱上口极限处，两片相距 2cm。

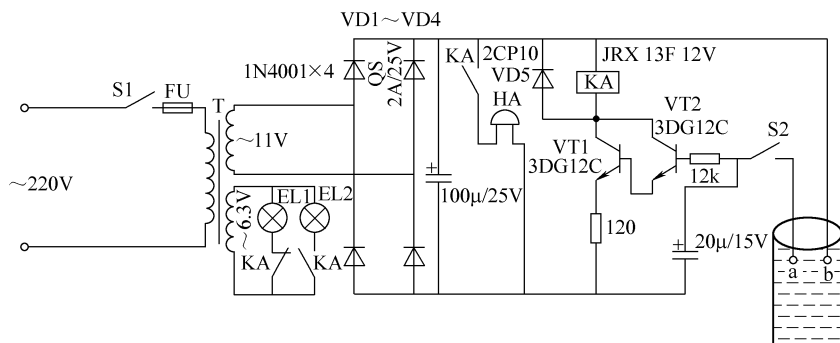


图 13-52 水满报警电路

51. 煤矿瓦斯浓度超标报警电路

(1) 电路组成 该瓦斯超限报警矿灯电路由气敏检测电路、多谐振荡器、音频输出电路和照明电路组成，如图 13-53 所示。

气敏检测电路由气敏传感器和电阻器 R_2 、 R_3 和组成。多谐振荡器由与非门集成电路 IC 内部的两个与非门 D1、D2 和电阻器 R_4 与 R_5 、电容器 C_2 组成。

音频输出电路由电阻器 R_6 、音频放大管 VT 和扬声器 BL 组成。

照明电路由蓄电池 GB、照明灯 EL 和灯开关 S 组成。

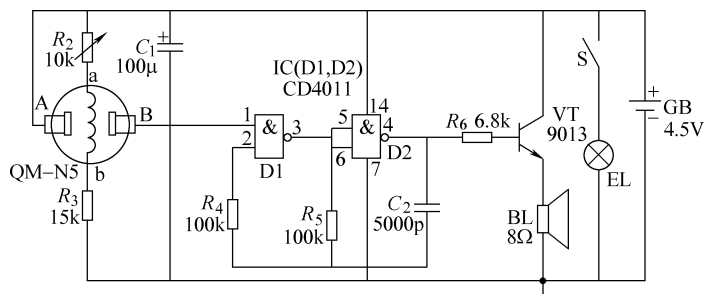


图 13-53 煤矿瓦斯浓度超标报警电路

(2) 报警原理 当室内的可燃气体浓度在允许范围内（低于限定值）时，气敏传感器 A、B 端之间阻值较大，IC 的①脚电压较低，多谐振荡器不工作，扬声器 BL 中无声音。

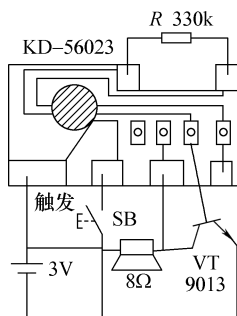
当矿井内瓦斯气体超时，气敏传感器 QM-N5 的 A、B 端之间的阻值下降，使 IC 的①脚电压高于 IC 内 D1 的转换电压时，多谐振荡器工作，从 IC 的④脚输出振荡信号。该信号经 VT 放大后，推动扬声器 BL 发出报警声。调节 R_2 的电阻值，使气敏传感器 a、b 之间的电压为 4.5V。

52. 语言倒车集成报警电路（一）

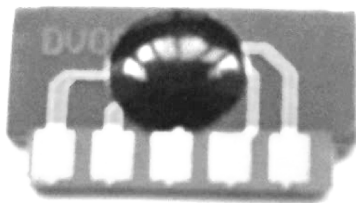
语言倒车集成电路有多种，主要用于警示车后边的人，注意安全为目的。下面介绍两种常用的倒车语言电路。

(1) KD-56022 倒车集成电路 KD-56022 是 CMOS 大规模单晶集成电路，内存“嘟嘟！倒车”语言。按图 13-54a 焊接，触发一次，发出“嘟嘟！倒车”一遍。连接触发，反复循环。其静态耗电比普通音乐集成电路还要省，若另加功率放大器则音量更佳。

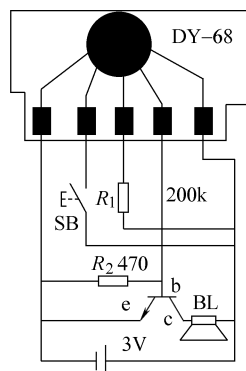
(2) DY-68 倒车芯片 该倒车芯片与 KD-56022 倒车集成电路功能基本相同，只是换了语言“倒车，请注意”读者可按照图 13-54b~c 电路安装一个，它是目前较流行的车用语言倒车集成电路之一。



a)KD-56022 电路



b)DY-68 芯片



c) 电路

图 13-54 语言倒车报警电路 (一)

53. 语言倒车集成报警电路 (二)

该电路能够在汽车倒车时,发出“请注意,倒车!...”的语言报警声,帮助司机安全倒车。

如图 13-55 所示, S 电路电源开关,安装在司机旁边,倒车时合上电路即可工作。VD1~VD4 为电源极性转换电路,当 A、B 不分反正地接在 12V 电源供电电路上时,都能保证 C 点为 +12V。IC 为 ROM 型语音片电路,它在通电时,能够连续输出“请注意,倒车!”的语言信号, R_2 、 C_2 为 IC1 的振荡元件, R_1 、VS 为它供 3V 直流电,④脚输出的音频信号经耦合电容 C_4 送到放电路 IC2 的③脚,放大后由 LM386 的⑤脚输出,经输出耦合电容 C_6 ,由扬声器 BL 发出报警声音。

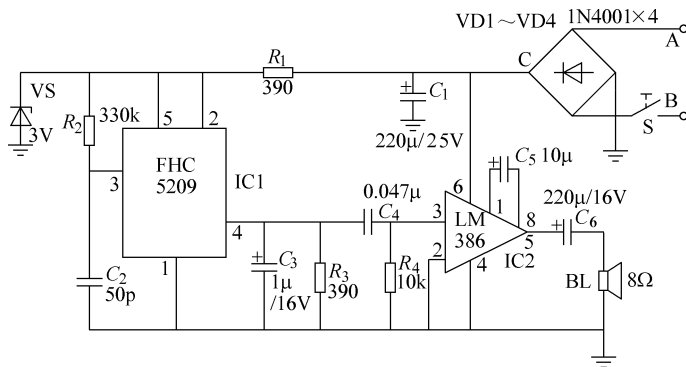


图 13-55 语言倒车报警电路 (二)

IC1 的型号为 FHC5209, VS 选用 3V 稳压管,扬声器也可用 4Ω、16Ω 的。

其他元件如图 13-55 所注,无特殊要求。

54. 医用输液报警电路

病人在医院输液治疗时,需时刻注意瓶内的药液量,以防药液滴完造成回血和得不到及时治疗。本电路可以是在瓶内药水滴完时,及时提醒陪护或病人通知护士站。

工作原理:输液管是一根透明塑料管,管内无药水时,光线只在管壁内,仅有很小一部分光线溢出;管内有药水时,其剖面相当于两个柱形凸透镜的组合,不仅能透过,还聚成一束,把这一变化的光信号转换成电信号,经控制电路,便能在无药水的情况下报警,如图 13-56 所示。

LED1 作电源指示和光电检测的光源。IC1a、VD1、 R_2 、 R_3 、 C_1 组成施密特触发电路, IC1b、 R_5 、 R_6 、 C_2 、 C_3 为多谐振荡器, LED2 作光报警, R_4 、 R_8 、VT 及音乐集成块 IC2、压电片作声报警, S1 为电源开关, S2 是防止深夜影响其他病人只用光报警而设。当输液管内有药水时,电源经 VD1 使 IC1a 的②、⑥脚为高电平,输出端⑤脚为低电平, IC1b 的⑩脚复位不振荡, LED2 不发光,同时, VT 基极也呈低电平, VT 截止, IC2 得不到电源,压电片不发声。当输液管内无药水时,病人凭闪烁的灯光和音乐声就能知道药液用完了。

从报警到管内药水完全滴完,大约有 2min 以上的时间通知护士。

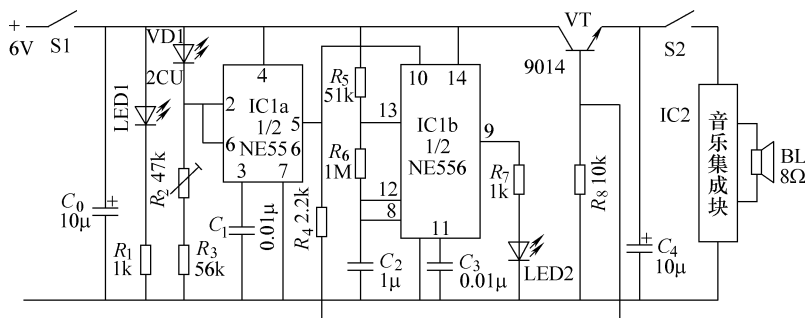


图 13-56 医用输液报警器电路

电路调整简单，强需在输液管内有药水时调节 R_2 ，使压电片和 LED2 不发声发光即可，同时检验无药水时是否报警。为了区别不同的病床，各病床采用不同音乐的集成块。电源用 4 节 6V 的干电池即可。

55. 钱物遗忘报警电路

在公交、出租车上，时常发生乘客遗忘钱物的现象，本电路可以提示要下车时，发出“请带好您的钱物”的语言报警声，可避免乘客将钱物不要遗忘在车上。

(1) 电路组成 该遗物提醒器电路由电源电路、触发控制电路和语音电路组成，如图 13-57 所示。

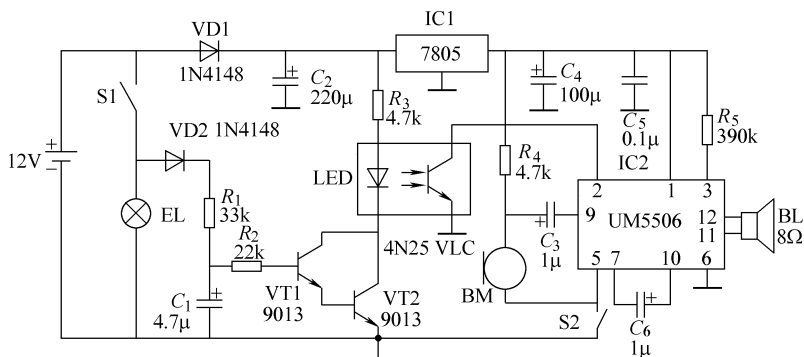


图 13-57 钱物遗忘报警电路

电源电路由蓄电池 GB、二极管 VD1、滤波电容器 C_2 、 C_4 、 C_5 和稳压集成电路 IC1 组成。

触发控制电路由门开关 S1，门灯 HL，二极管 VD2，电阻器 $R_1 \sim R_3$ ，电容器 C_1 ，晶体管 VT1、VT2 和光耦合器 VLC 组成。

语音电路由传声器 BM，录音开关 S2，语音集成电路 IC2，电容器 C_3 、 C_6 ，电阻器 R_4 、 R_5 和扬声器 BL 组成。

(2) 电路原理 +12V 电压经 VD1 隔离和 C_2 滤波后，一路经 R_3 加至 VLC 内部发光二极管的正极上；另一路经 IC1 稳压为 +5V，供给 IC2。

在乘客上车后，车门被关，门开关 S1 处于断开状态，门灯 EL 不亮，VT1 和 VT2 截止，VLC 处于关断状态，IC2 不工作，BL 不发声。

当乘客下车时，车门打开使 S1 接通，EL 点亮，VT1 和 VT2 导通，LED 发光二极管点亮，光敏晶体管导通，IC2 受触发工作，驱动扬声器 BL 发出语言提示声（例如“请带好您的钱物”等），从而及时提醒乘客、不要将钱物等遗忘在车上。

S2 为录音开关，将其接通，即可对着 BM 进行录音。

56. 库房防盗报警电路

一些贵重物品的库房，常年大门紧闭，很易引起小贼的关注，一旦有机会，小贼会破门而入。图 13-58

的电路是一种大门监视器，只要有小贼破门而入，即发出警笛声，通知执班人员注意。该报警电路如图 13-58 所示。

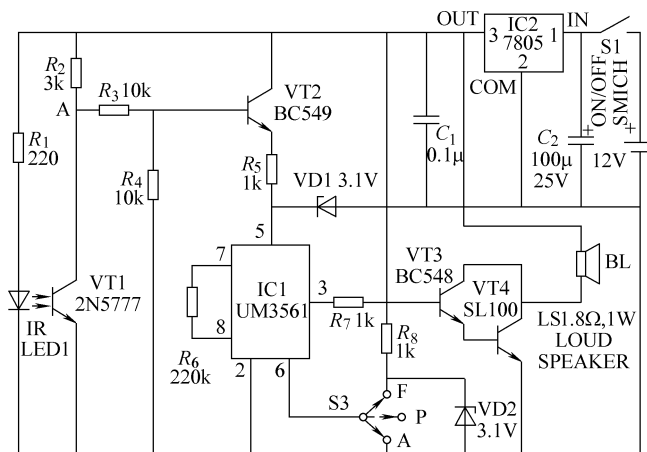


图 13-58 库房防盗报警电路

图中电路由一只三声（指三种告警声）音乐片 IC1 (UM3561)、一只红外光二极管 LED1、一只光电晶体管 VT1 (2N5777) 以及有关的晶体管等组成。整个电路安装在印制板上（示意图）。再把组装好的印制板安放在门（室内部分）上。

再在门框上安一小镜片，安装时与印制板在一直线上。

当门闭合时，由印制板上 LED1 发射的红外线束经镜面反射落在印制板的光电晶体管 VT1 上时，使 VT1 的等效电阻减少，A 点的电压降低，VT1 截止。IC1 的第⑤脚（IC1 的电源端）断电，③脚无告警信号，扬声器不发声，整个电路处于守候状态。

一旦有小偷把门打开时，光电晶体管 VT1 得不到红外光信号。其等效内阻大增，A 点电压增加，晶体管 VT2 导通，IC1 第⑤脚通过 R₅ 获得工作电压，其③脚输出告警信号，经 VT3、VT4 的达林顿对管放大，驱动扬声器发出告警声。

该扬声器也可直接用传输线送到值班室，以提醒值班人员注意。

图中的三声音乐片 IC1 能发出救火车警笛声、警（police）声和救护车警笛声。

电路中的 S2 是单刀三位开关，开关的刀与 IC1 的 D 脚相连，其位与图中 F、P、A 三位相连。S2 打在不同位置，音乐片分别发出上述三种警笛声的一种，可供用户自己选择需要的警笛声。

图中电源由 +12V 电池供电，再经 IC2 (7805) 稳压后供电路工作。

第 14 章 安全保护电路

1. 保护接地电路

保护接地是将电动机、家用电器设备的金属外壳，通过导体和埋入地下的金属接地体连接在一起的技术措施。这种方法用于三相电源中性点不接地系统，如图 14-1 所示。其作用是一旦电器设备绝缘损坏漏电时，人体接触带电外壳，此时，人体电阻远大于接地体电阻（ 4Ω ），大量电流通过金属外壳泄入大地，对地电压可降至安全电压 36V 以下，从而保证人身安全。

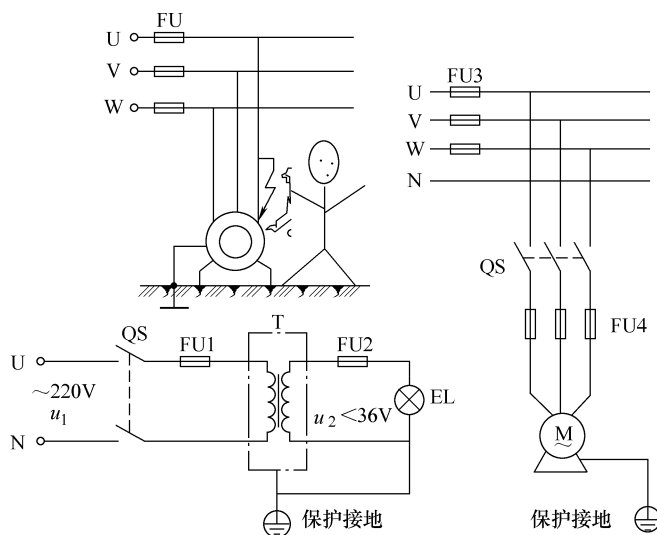


图 14-1 保护接地电路

2. 保护接零电路

保护接零是将电动机、家用电器等用电设备的金属外壳，通过导线与 380V 三相四线制供电系统的零线接在一起的技术措施。其作用是一旦电器设备绝缘损坏漏电时，漏电电流能使保护装置动作或熔体熔断，从而自动切断电源，如图 14-2 所示。值得注意的是：在同一电网内，应采用同一种保护方式，不允许某些电气设备接零，而另一些电器设备接地。

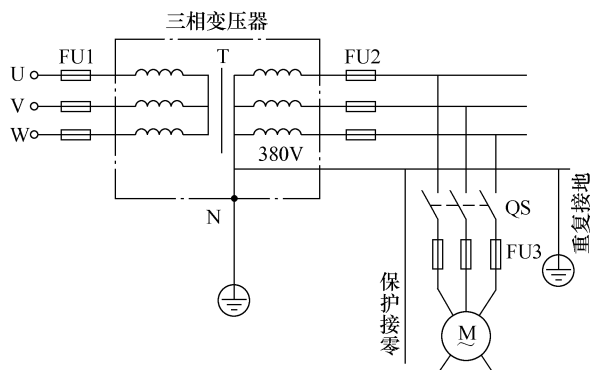


图 14-2 保护接零电路

3. 重复接地保护电路

在三相四线供电系统中，当单根接地体的接地电阻不能满足要求时，常用多根接地体并联起来，把零线多处与大地连接，称为重复接地。

重复接地体的接地电阻由于接地体之间的屏蔽影响，不等于每一根接地体接地电阻的并联值。重复接地电阻在 10Ω 以下。

重复接地可以避免因零线中断产生的触电电压，减少外壳漏电的对地电压和触电的危险。

采用保护接零时，除系统的中性点接地外，还必须在零线上一处或多处进行接地，这称为重复接地，如图 14-3 所示。

在中性点直接接地的 220/380V 三相四线制供电系统中，要求零线重复接地。若不采取重复接地，在零线断开情况下，断开点以后的接零按钮相当于既没有接零，又没有接地。由于三相负载不平衡，三相负载电压不对称，负载中性点电压不为零，即断开点以后的所有接零设备外壳上均存在一定的危险电压；当人触及设备外壳时，工作电流将通过人体流入大地。

如果某设备发生相线碰壳时，由于无零线回路，保护电器不会动作，则断开点以后的所有接零外壳上将长期存在相电压值；当人触及设备外时，短路电流将通过人体流入大地，这是很危险的。在一处或多处重复接地，即使零线偶尔折断，发生相线碰壳时，短路电流通过重复接地与系统构成回路，使保护电器动作。

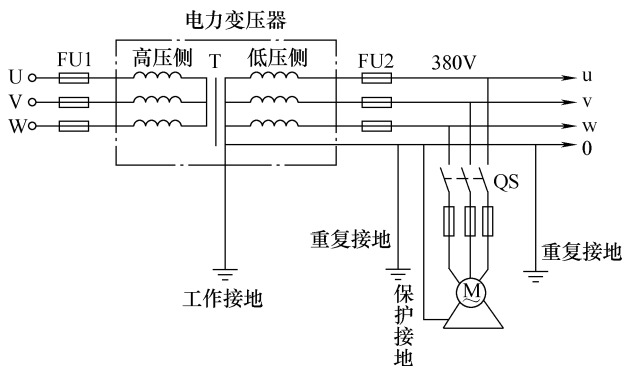


图 14-3 重复接地保护电路

4. 电压型漏电保护电路

电压型漏电保护器是通过检测漏电设备外壳与地之间的电压来实现保护的。如图 14-4 所示，电压型漏电保护器是利用功率一致的三只电阻 R 作为辅助中性点的电压保护。当用电设备漏电，人工辅助中性点 O 与设备外壳间的电压达到灵敏电压继电器 K 的动作电压时，继电器 K 吸合，其常闭触头断开，切断接触器 KM 的控制回路，接触器断电释放，从而切断负载的电源。

按钮 SB 和电阻 R_1 组成一个试验回路。按下试验按钮 SB ，继电器 K 线圈中流过一个模拟的接地故障电流，可方便地检查漏电装置是否正常。

电压型漏电保护器电路简单，但它的检测性能差，动作不稳定，已逐步被电流型漏电保护器所取代。

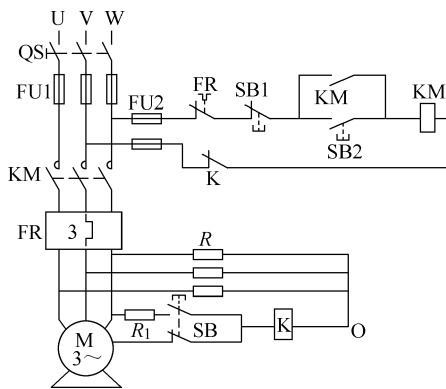


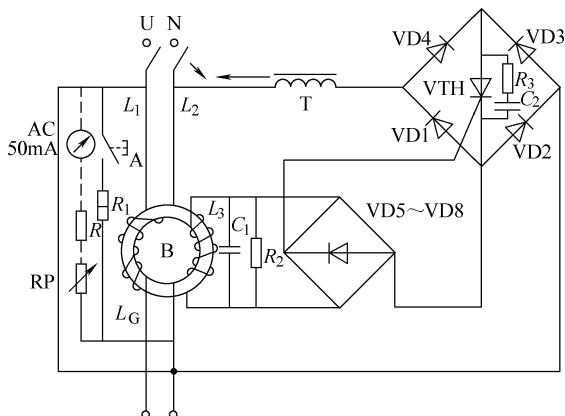
图 14-4 电压型漏电保护电路

5. 电流型漏电保护电路

电流型漏电保护器是目前用得最多、最理想的漏电保护装置。电流型漏电保护器又分为电磁式和电子式两种，这两种漏电保护器都采用零序电流互感器作为检测元件，电磁式漏电保护器采用释放式漏电脱扣器作为判断元件，自动断路器作为执行元件。

电磁式漏电保护器灵敏度较电子式差，一般以 30mA 为限，抗振动能力也差，但绝缘耐压能力和耐雷电冲击能力强，受电源电压、环境温度影响较小。

电子式漏电保护器是在电磁式漏电保护器的基础上加以改进，将零序电流互感器检测到的微弱漏电信号经电子电路放大、比较、整形等处理后，通过电子放大电路触发脱扣机构，再驱动自动断路器断开电源。电子式漏电保护器的灵敏度较高，耐机械冲击能力强，但耐雷电冲击能力差，电源电压及环境对其性能都有一定的影响。电子式单相电流型漏电保护器典型电路如图 14-5 所示。

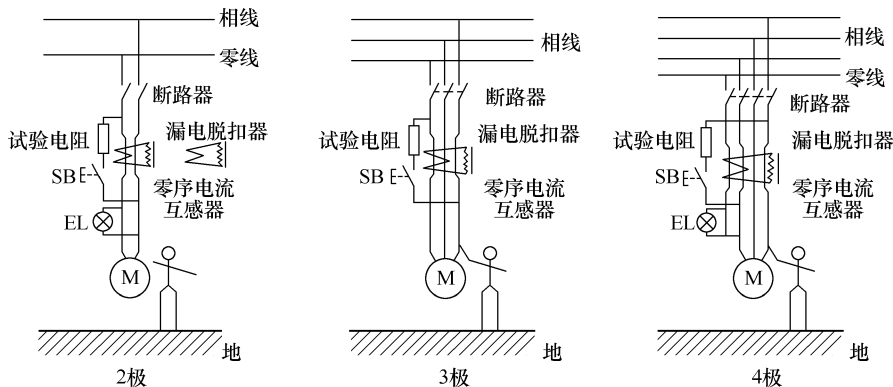


8. 漏电断路器电路

漏电断路器电路适用于 380V 交流及以下 (50~60Hz), 电流 10~100A, 电源中性点接地的电路中。当人身触电或电网漏电时, 能够迅速分断故障电路, 作为漏电保护之用, 同时可保护线路和电动机的过载短路; 亦可作为线路的不频繁转换及电动机的不频繁起动。

本漏电断路器为电流动作型，主要由高导磁材料制造的电流零序互感器和进口的高运放集成块及电脱扣器和带有过零及短路保护的断路器组成，全部元器件安装在一个塑料壳中。当被保护电路有漏电或人身触电时，只要漏电或漏电电流达到漏电动作电流值，零序电流互感器的二次绕组就输出一个信号，并通过漏电脱扣器使断路器在 0.1s 以内切断电源，从而起到漏电和触电保护作用。

当被保护的线路或电动机发生过载或短路时，断路器中的电磁式液压延时脱扣器动作，使断路器分闸，切断电源。漏电断路器原理如图 14-8 所示。



9. 脉冲无声运行总保护器电路

360°脉冲无声运行总保护器是一种高科技产品,它适用于三相四线中性点直接接地的低压配电系统,用作人身触电保护和电网漏电保护。与交流接触器配合,对交流线圈有节点消声、增加线圈使用寿命等功能。

该保护器脉冲指触电脉冲电流（突发性电流）在全相位内的任何角度都能进行动作保护，和线路漏电有根本的区别。它可以自动区分触电电流和漏电电流，当线路漏电电流 $\geq 400\text{mA}$ 时，保护器有闭锁功能，使线路不再送电，保护线路的完整性。还有重合闸功能，当突发性电流大于 15mA ，小于 60mA 时，在 0.1s 能自动切断电源， 25s 后又可自动合闸送电，保证线路畅通和人身的安全。整机外型如图 14-9a 所示。

图 14-9b、c 为总保护电路和分路保护电路。

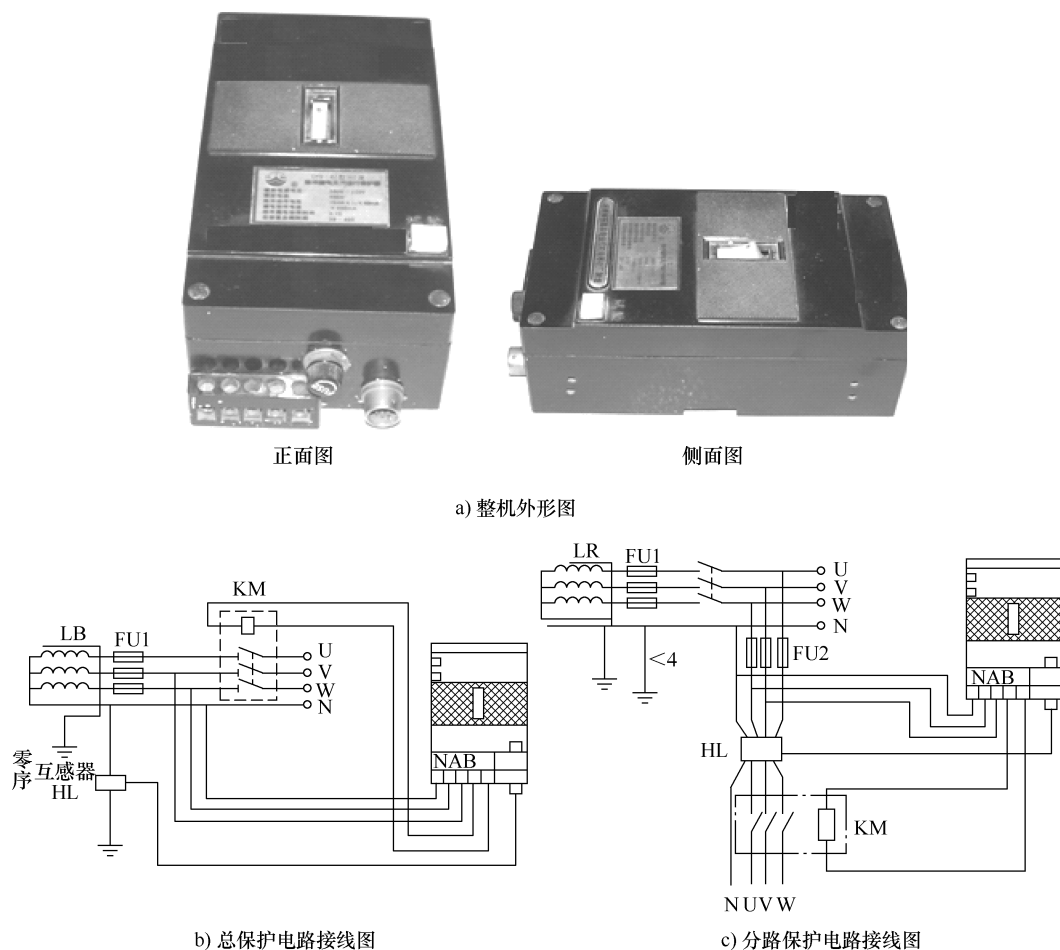


图 14-9 脉冲无声运行总保护器电路

10. 三相电动机保护电路

断相和过载运行是电动机烧毁的主要原因。本例介绍的电动机保护器，能在电动机断相和过电流运行时及时切断工作电源，保护电动机免受损坏。

电路工作原理：该电动机保护器电路由电源电路、电流检测电路和保护控制电路组成，如图 14-10 所示。

电源电路由电源变压器 T、整流桥堆 UR、滤波电容器 C_5 、限流电阻器 R_3 和稳压二极管 VS 组成。

电流检测电路由电流互感器 TA、二极管 VD1、电容器 C_1 和电位器 RP1、RP2 组成。

保护控制电路由时基集成电路 IC、电阻器 R_1 、 R_2 、二极管 VD2、电容器 $C_2 \sim C_4$ 、继电器 K 和交流接触器 KM 组成。

S1 为停止按钮，S2 为起动按钮。

按动 S2 时，交流接触器 KM 通电吸合，其常开触头 KM1~KM4 接通，电动机 M 通电运转。KM 的工作电压还经 T 降压、UR 整流、 C_5 滤波、 R_3 限流及 VS 稳压后，为 IC 提供 +12V (V_{cc}) 工作电源。松开 S2 后，KM4 触头和 K 的常闭触头将电源锁定，KM 保持吸合状态。

在电动机 M 正常运行时，TA 的 W2 绕组上的感应电压较低，IC 的⑥脚电压低于 $2V_{cc}/3$ ，③脚输出低电平，K 不吸合。

当 L1 相或 L2 相电压缺相时，L3 相电流将迅速增大（约为正常电流的 1.73 倍），使 TA 的 W2 绕组上

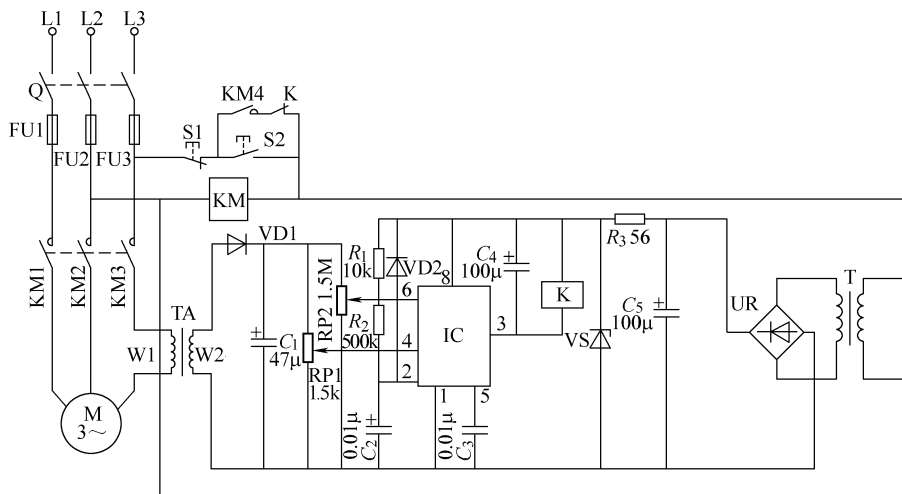


图 14-10 三相电动机保护电路

的感应电压增高，IC 的⑥脚电压高于 $2V_{cc}/3$ ，③脚由高电平变为低电平，K 吸合，其常闭触头断开，KM 断电释放，其常开触头 KM1~KM4 将电动机 M 的工作电源切断。若 L3 相电压缺相时，TA 无感应电压输出，相当于 IC 的④脚加上了低电平，其③脚输出低电平，使 K 吸合，KM 释放，电动机 M 停止运转。

当电动机 M 的拖动负载变重，超过电动机的额定功率时，三相线 L1~L3 上的电流同时增大。当电流增大至额定电流的 1.2 倍左右时，IC 的⑥脚电压将高于 $2V_{cc}/3$ ，③脚输出低电平，K 吸合，KM 释放，电动机 M 停转保护。

11. 电动机保护电路

三相交流电动机在使用过程中，因断相运行而烧毁（因为某一相断相后，电动机负载不变，断相一组绕组的电流为零，而其余两相的工作电流将增大很多）的现象较为常见。本例介绍一种采用分立元件制作的电动机保护器，具有制作简单、可靠性强等特点。

电路工作原理：该电动机保护器电路由起动控制电路、断相检测电路和保护执行电路组成，如图 14-11 所示。起动控制电路由起动按钮 S2 和停止按钮 S1 等组成。

断相检测电路由电流互感器 TA、整流二极管 VD1、电阻器 R_1 、电容器 C 和电位器 RP1 与 RP2 等组成。

保护执行电路由晶体管 VT1~VT3、继电器 K、交流接触器 KM 等组成。

按动起动按钮 S2（S2a 与 S2b 联动）后，交流接触器 KM 通电吸合，其常开触头 KM1~KM4 均接通，电动机 M 起动运转，在 TA 中产生 1.2V 感应电压，该电压经 VD1 整流后使 VT2 饱和导通。此时由于 S2b 断开，故 VT1 截止，VT3 导通，继电器 K 吸合工作，其常开触头 K 接通，手离开起动按钮 S2 后，电动机 M 仍能维持正常运转。

当三相交流电的 U 相或 V 相断相时，

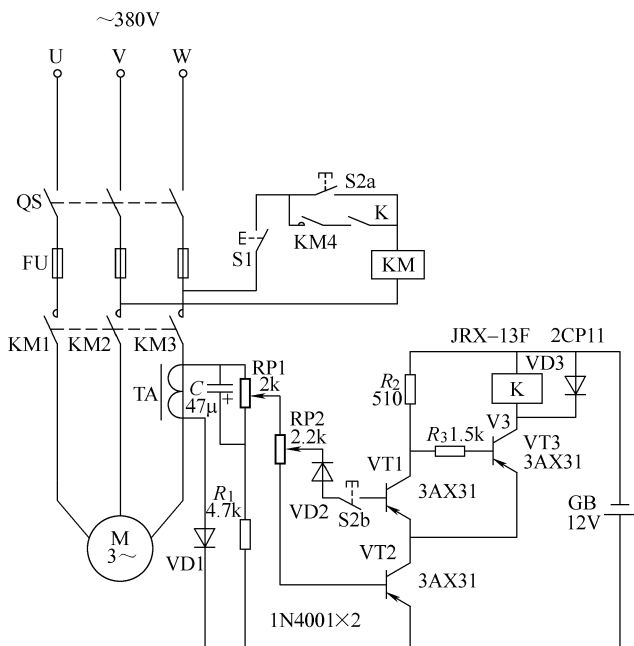


图 14-11 电动机保护电路

TA 两端会产生比正常值 (1.2V 电压) 大 1.73 倍的感应信号电压, 使 VT1 导通, VT3 截止, 继电器 K 释放, 其常开触头 K 断开, 使交流接触器 KM 释放, 将电动机 M 的工作电源切断, 从而保护电动机不会因断相而烧毁。

若 C 相断相, 则 TA 两端的感应电压消失, 使 VT3 和 VT2 截止, 继电器 K 和交流接触器 KM 均释放, 电动机 M 停止运行。

调节 RP1 和 RP2 的阻值, 可改变 VT1 动作的灵敏度。

若将该电路中的 VT3、VD3 和 R_3 去掉, 将继电器 K 并接在 VT1 的集电极与发射极 (c、e 极) 上, 电路也可正常工作。

12. 多功能保护器电路

保护信号由电流互感器 TA1、TA2、TA3 串联后取得。这种互感器选用具有较低饱和磁密的磁环 (例如用软磁铁氧体 MX O-2000 型锰锌磁环) 做成。电动机运行时, 磁环处于饱和状态, 因此互感器二次绕组中的感应电动势, 除基波外还有三次谐波成分。

电动机正常运行时, 三个线电流基本平衡 (即大小相等、相位互差 120°), 因此在互感器二次绕组中的基波电动势合成为零, 但三次谐波电动势合成后是每个电动势的三倍。取得的三次谐波电动势经过二极管 VD1 整流、VD2 稳压 (利用二极管的正向特性)、电容器 C 滤波, 再经过 R_1 与 R_2 分压后, 供给晶体管 VT 的基极, 使 VT 饱和导通。于是继电器 KA 吸合, 其常开触点闭合。按下 SB2 时, 电磁接触器线圈 KM 通电并自锁。

当电动机电源断线时, 两线电流大小相等、方向相反, 互感器三个串联的二次绕组中只有两个绕组感应电动势, 且大小相等、方向相反, 结果, 互感器二次绕组总电动势为零, 既不存在基波电动势, 也不存在三次谐波电动势, 于是 VT 的基极电流为零, VT 截止, 接在 VT 集电极的继电器 KA 释放, 接触器 KM 线圈断电, 触点切断电动机电源。

当电动机由于故障或其他原因使其绕组温度过高。如果温度超过允许值时, PTC 热敏电阻的阻值急剧上升, 改变了 R_1 和 R_2 的分压比, 使晶体管 VT 的基极电流下降到很低的数值 (实际上接近于零), VT 截止, 继电器 KA 释放, 其常开触点断开, 接触器 KM 线圈失电, 电动机脱离电源。

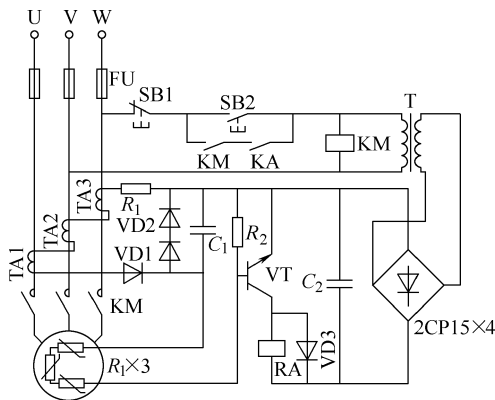


图 14-12 多功能保护器电路

13. 三相电源断相保护电路

对线圈工作电压为 380V 的交流接触器而言, 线圈只能接在三相相线中的任意两相上。如果这两相中的任意一相断路, 接触器线圈就会失电释放, 切断电动机的工作电源。但是, 如果断路发生在这两相以外的另一相, 则交流接触器仍将继续工作, 造成电动机缺相运行, 严重时可使电动机烧毁。如果采用断相保护线路, 则可防止这种事故的发生。

采用晶闸管的断相保护线路如图 14-13 所示, 合上电源开关 QS, 按下按钮 SB2, 交流接触器 KM 的线圈得电吸合, 其主触头闭合, 电动机起动运行。电流互感器 TA 有感应信号输出, 双向晶闸管 VTH 被触发导通, 起到接触器辅助触头自锁的

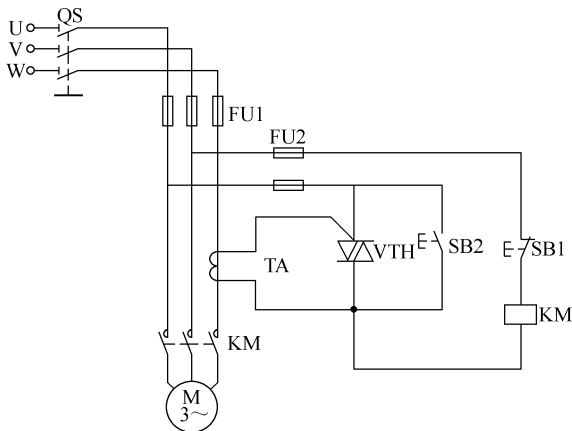


图 14-13 三相电源断相保护电路

作用。松开 SB2 后，接触器 KM 仍保持吸合，电动机 M 继续运行。

当三相交流电源中的 L_3 相断路时, 晶闸管失去触发信号而关断, KM 失电释放, 电动机 M 的工作电源被切断, 实现断相保护。

如果是 L_1 相或是 L_2 相断路, 则接触器 KM 的线圈将失去工作条件, 使 KM 线圈失电释放, 切断电动机电源, 完成断相保护的任务。

14. 进水电动机保护电路

用继电器保护水浸电动机电路如图 14-14 所示。当按起动按钮 SB2 时, KM 得电并自锁, 电动机 M 起动运转。如果此时有水进入电动机, 且淹没探针 A, 通过水, 使 A 与机壳接通, 继电器 K 吸合, 常闭触点断开, KM 失电释放, 电动机 M 停转。同时, HA 鸣响报警。

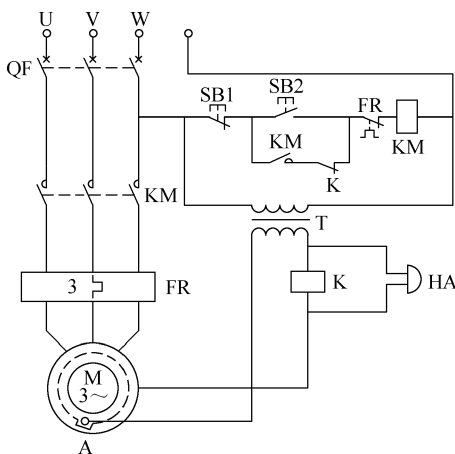


图 14-14 进水电动机保护电路

15. 过电压过电流保护电路

电网电压不稳定很容易损坏家中的用电设备。用过电压过电流保护电路能防止电网电压不稳定带来的危害,还能限制家用电器的负荷功率输出,起到防过电流和短路保护的作用,电路如图 14-15 所示。

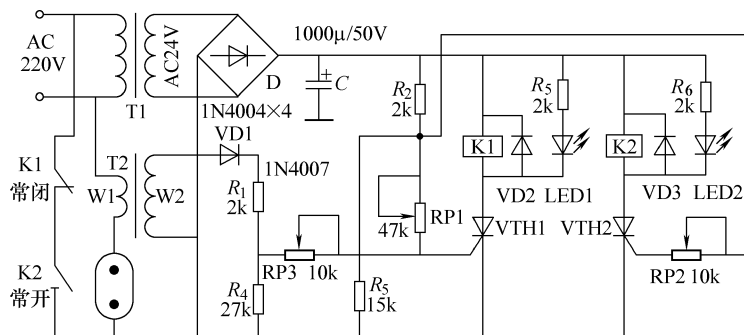


图 14-15 过电压过电流保护电路

当电网电压在额定范围内时，继电器 K1 不动作，K2 动作闭合，LED2（绿灯）点亮指示，负载接通工作。

当电网电压超过额定值时, 变压器 T1 二次侧输出也随之升高, 经电阻 R_2 、 R_3 、RP1 使晶闸管 VTH1 导通, 继电器 K1 吸合, LED1 绿灯点亮指示, K1 常闭触点断开负载。

当负载电路短路或超过额定输出功率时, 电流互感器 T2 的 W2 端感应电压升高。经 VD1 整流, 电阻 R_1 、 R_4 、RP3, 使晶闸管 VTH1 导通, 继电器动作吸合, 断开负载电路。

调试：用调压器把电压调到 180V 后，接入本电路调节 RP2，使晶闸管 VTH2 导通，继电器 K2 吸合（保证低于 175V 时 VS2 能够截止，K2 断开）；再次调节稳压器，使输出电压至 240V，调节 RP1，使 VTH1 导通，继电器 K1 吸合（在低于 235V 时保证 VTH1 截止，继电器 K1 能够释放）。

过电流保护调节：接入 3000W 的负载，调节 RP3，使继电器 K1 能够吸合为止。家庭用电功率一般在 3000W 以下，如需大负载，可调节 RP3 改变额定负载。

元件选择：变压器用 MXO-2000 型磁环，W1 用 $\Phi 1.2\text{mm}$ 的漆包线绕 5 匝，W2 用 $\Phi 0.2\text{mm}$ 绕 600 匝。晶闸管采用 MCR1008。继电器 K1、K2 选用 24V/10A 以上的电磁继电器。

16. 三相电动机断相晶体管保护电路

晶体管断相保护电路如图 14-16 所示。

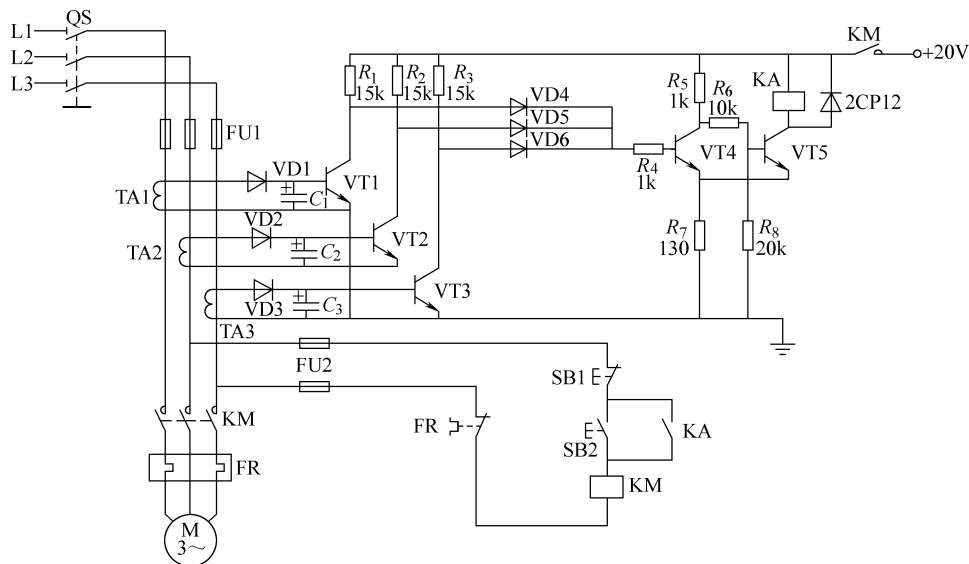


图 14-16 三相电动机断相晶体管保护电路

(1) 电路组成 由磁环 L1~L3、二极管 VD1~VD3、电容 $C_1 \sim C_3$ 以及晶体管 VT1~VT3 组成断相故障信号取样电路。VT1~VT3 构成反相器，其输出通过二极管 VD4~VD6 相并联构成或门电路。VT4、VT5 组成晶体管继电器。

(2) 正常运行 当电动机工作正常时，TA1、TA2、TA3 上的感应电动势经 VD1~VD3 整流， $C_1 \sim C_3$ 滤波，使 VT1~VT3 饱和导通，其集电极输出电位为“0”。对于 VD4~VD6 组成的或门来说，输入全是低电位“0”，使其输出为低电位“0”，致使 VT4 截止、VT5 饱和导通，中间继电器 KA 得电吸合，其常开触点闭合，电动机正常运行。

(3) 断相保护作用 当出现断相时，例如 L3 相断开，则 L3 上的感应电动势为零，使 VT3 截止，其集电极输出高电位“1”，因此或门 VD4~VD6 输出高电位“1”，导致 VT4 饱和导通，VT5 截止，KA 失电释放，其常开触点断开，使接触器 KM 失电释放，切断电动机电源，电动机 M 停转。

17. 星形联结电动机断相保护电路

电路如图 14-17 所示，是一种 Y 形联结的电动机断相跳闸装置，此电路适用于 7.5kW 以下的电动机。

工作原理：按下起动按钮 SB2，接触器 KM 得电吸合并自锁，电动机起动正常运行。当三相交流电中某一相断路时，电动机的中性点出现电位差。此电压经过整流、稳压，使继电器 KA 得电吸合，其常闭触点断开，使接触器失电释放，主触头断开，电动机 M 失电停转。

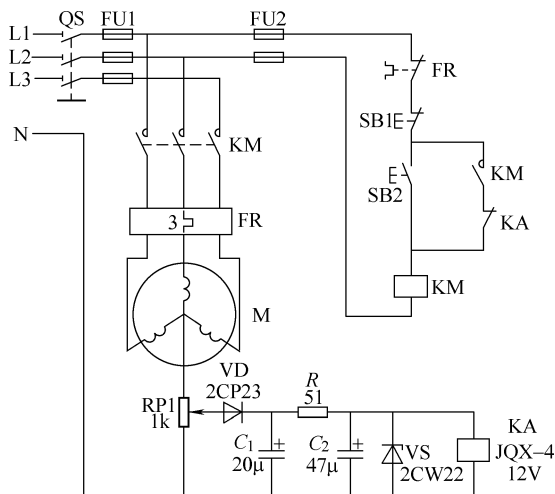


图 14-17 星形联结电动机断相保护电路

18. 三角形联结电动机断相保护电路

三角形联结电动机断相保护电路如图 14-18 所示。其保护作用如下：将三只电阻 $R_1 \sim R_3$ 接成一个人工的中性点，当电动机断相时，此中性点发生偏移，继电器 KA 得电吸合，继电器的常闭触点切断接触器 KM 线圈回路，KM 失电释放，电动机主回路电路被切断，电动机 M 停转。

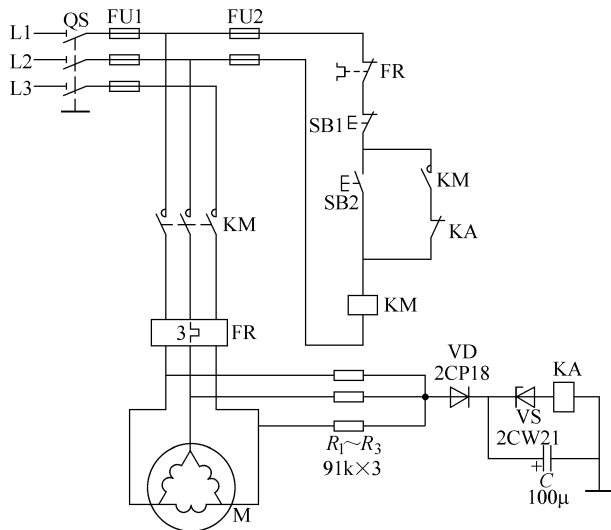


图 14-18 三角形联结电动机断相保护电路

19. 电容式电动机断相保护电路

电容式电动机断相保护电路如图 14-19 所示。

(1) 电动机正常运转 电容器 $C_1 \sim C_3$ 接成人为的中性点“E”。当电动机正常运行且三相电源平衡时，“E”点电位为零，变压器 T2 无输出，晶体管 VT 截止，继电器 KA 不吸合，其常闭触点保持闭合，电动机正常运行。

(2) 断相保护作用 当三相电源断相或三相不平衡时，“E”点电位高于零电位，电压通过变压器耦合，经 VD1 整流， C_5 滤波，再经稳压管 VS、电阻 R_1 、电容 C_6 延时加至晶体管 VT 基极，使其导通，继

电器 KA 得电吸合，其常闭触点断开，使 KM 失电释放，电动机 M 失电停转。

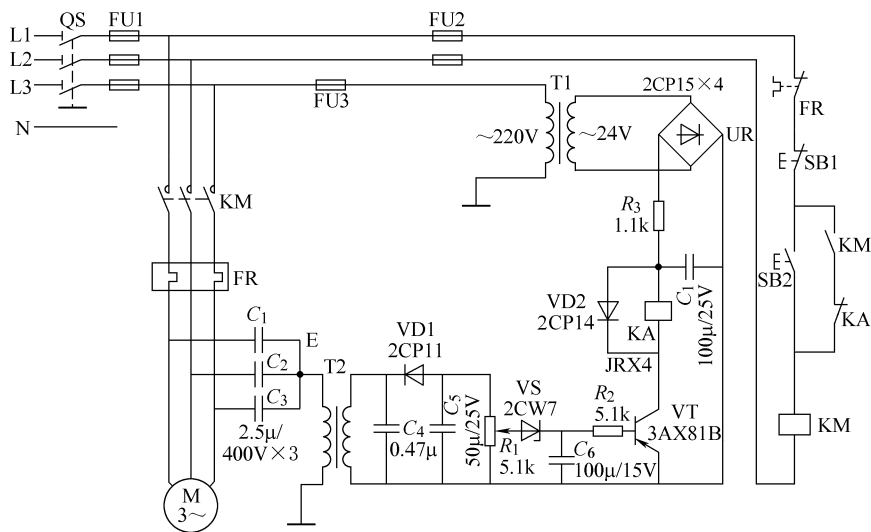


图 14-19 电容式电动机断相保护电路

20. 晶闸管阻容保护电路

二极管和晶闸管承受过电流和过电压的能较差，短时间的过电压过电流都会把元器件损坏，但不能完全根据装置运行时可能出现的暂时的过电流和过电压的数值来确定器件参数，还要充分发挥器件应有的过载能力，因此，保护就成为提高晶闸管装置运行可靠性必不可少的重要环节。

在变压器二次侧并联电阻和电容，如图 14-20 所示，可以把变压器绕组中释放出的电磁能转化为电容器 C 的电场能储存起来。由于电容两端电压不能突变，所以能有效地抑制过电压。串联电阻能消耗部分产生过电压的能量，并抑制 LC 回路的振荡。

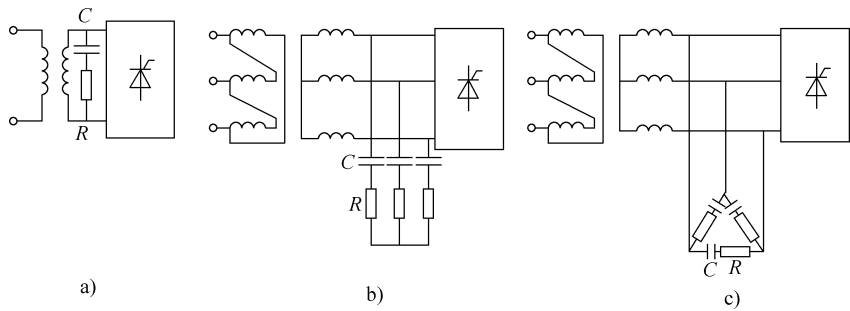


图 14-20 晶闸管阻容保护电路

图 14-20a 是单向电路，其阻容的计算公式为

$$C \geq 6i_0 \% \frac{S}{U_2^2} \tag{14-1}$$

$$R \geq 2.3 \frac{U_2^2}{S} \sqrt{\frac{u_b \%}{i_0 \%}} \tag{14-2}$$

式中 S——变压器容量 (VA)；

U_2 ——变压器二次侧相电压有效值 (V)；

$i_0 \%$ ——变压器励磁电流百分数；

$u_b \%$ ——变压器短路电压比。

对图 14-20b、c 所示的三相电路，如变压器二次侧阻容保护电路接法与二次绕组接法相同（都是星形

联结或都是三角形联结)，图 14-20b、c 中电阻电容的容量选择与单相电路相同。如二者接法不同，则可先按接法相同计算，然后把阻容保护电路用星形—三角形联结变换，变换的公式是

$$R_{\Delta}=3R_y \quad C_y=\frac{C_y}{3}$$

21. 晶闸管硅堆保护电路

由于硅堆正向为二极管特性，故在用作过电压保护时将二组硅堆反向对接，使双向具有稳压管特性，如图 14-21 所示。

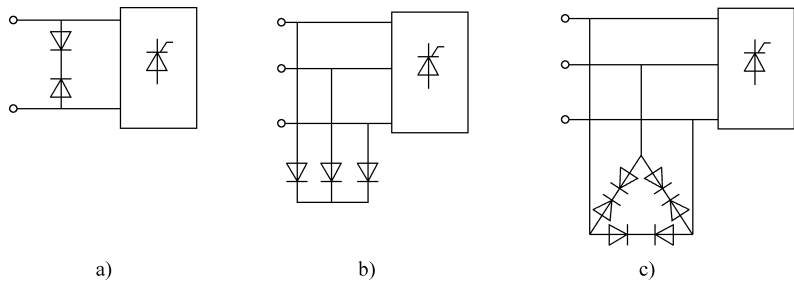


图 14-21 晶闸管硅堆保护电路

22. 三相电动机过电流保护电路

电路如图 14-22 所示，是一种三相电动机过电流保护电路。

工作原理：本例电路使用一只互感器来感应电流，在三相电动机电流出现超过正常工作电流时，过电流继电器 KI 达到吸合电流设定值而吸合，其常闭触点断开，KM 失电释放，使主回路失电，从而保护了电动机，使其在过电流时断开电源。

在电动机起动时，电流较大，用时间继电器的常闭触点先短接电流互感器，避免电动机起动电流流过 KI 而产生误动作。待电动机起动完毕后，电流降为正常，时间继电器 KT 经延时后动作，其常闭触点断开，常开触点闭合，把 KI 接入电流互感器线路中。

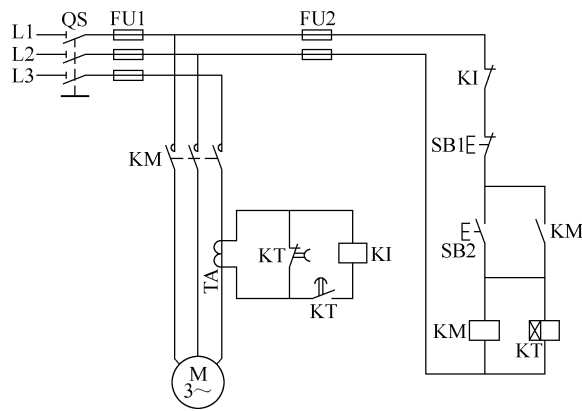


图 14-22 三相电动机过电流保护电路

23. 高压自动保护电路

图 14-23 所示是高压电网自控保护电路。电路中 VT1 组成振荡器；VT2 组成选频高放电路；VT3、VT4 组成开关电路；C₀ 为 VT4 的保护电容。当无人畜靠近保护圈时，开关电路导通，继电器 KA 动作，其常开触点 KA 接通，高压电网的电源接通高压线路。当人畜接近保护圈时，分布电容 C₁ 值改变，振荡频率也变化，选频高放级输出很小，开关管 VT3、VT4 截止，继电器 KA 释放，并通过触点 KA 切断高压电网电源，从而保护人畜接近高压产生触电的危险。装设高压电网主要用于消灭农村虫害，在农村采取高压电网灭害虫时，其一首先要架设防护区，禁止人和牲畜进入，其二再进行一次保护措施，确保安全：在装设高压电网自控保护装置时，保安圈应架设在高压电网外圈，以保护人和牲畜误进危险区。

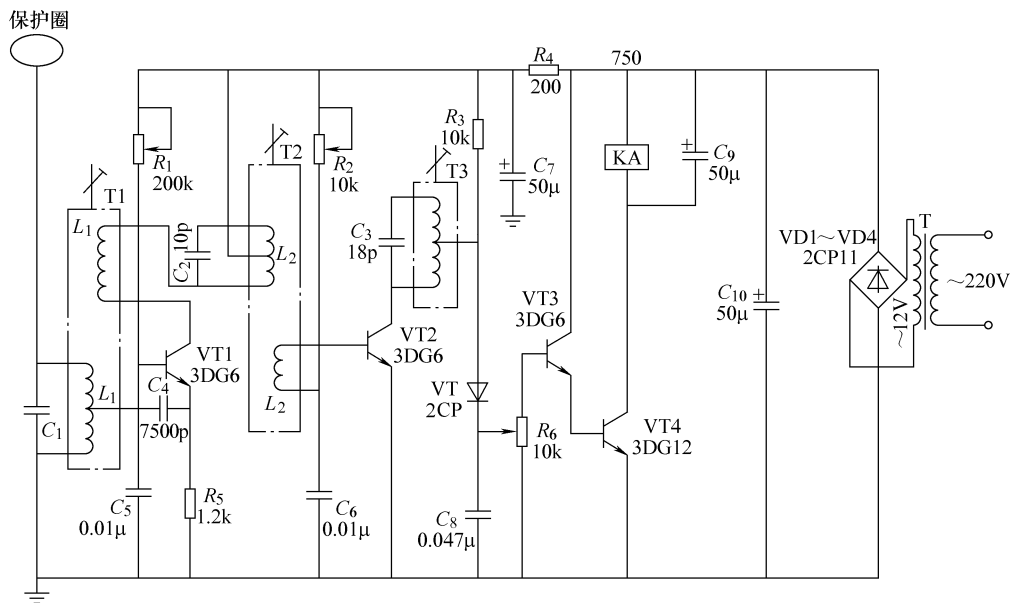


图 14-23 高压自动保护电路

24. 机床照明短路保护电路

在机床照明中，一般采用移动式 36V 变压器照明电源，在使用过程中，经常会出现短路现象而烧坏熔断器、变压器等。如果采用继电器作为变压器的开关，可以避免上述情况发生。

电路如图 14-24 所示。接通开关 S，按下 SB1，变压器二次侧输出 36V，使继电器 KA 吸合，当照明电路变压器出现短路故障，继电器线圈电压为零，KA 断电释放，照明电路得到保护。

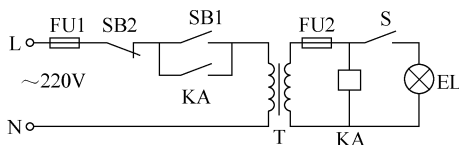


图 14-24 机床照明短路保护电路

25. 电动机的加密保护电路

为了防止意外伤害事故的发生，起动某些设备开关按钮时，采取必要的加密方法，使一些非专业人员按下操作按钮也不能使机床转动，起到保护设备和人身安全的目的。本电路使用经实践证明，不但非常安全，而且使用起来很方便。

电路如图 14-25 所示。操作时，合上刀闸 QS，首先按下 SB2 按钮，确认无误后，再同时按下加密按钮 SB3、SB4，这样控制电动机的回路才能接通，KM 得电吸合，三相电动机 M 才能工作。SB1 是停止按钮，而非操作人员不知其中加密按钮（加密按钮也可装在隐蔽处），这样非本机操作人员按起动按钮电动机回路无法工作，保证了用电设备的安全。

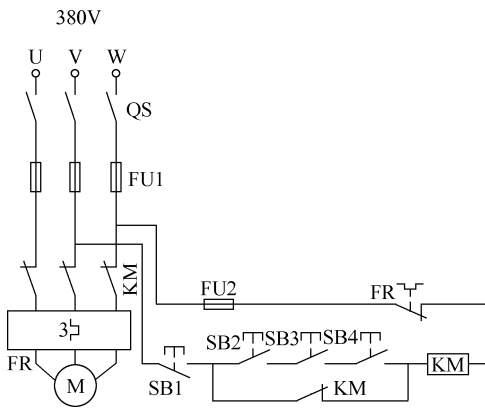


图 14-25 电动机的加密保护电路

26. 变压器瓦斯保护电路

图 14-26 是油浸式变压器瓦斯保护电路。当变压器内部发生轻微故障（轻瓦斯）时，瓦斯继电器 KG 的上触点 KG1-2 闭合，动作于报警信号。当变压器内部发生严重故障（重瓦斯）时，KG 的下触点 KG3-4

闭合,通常是经中间继电器 KM 动作于断路器 QF 的跳闸机构 YR,同时通过信号继电器 KS 发出跳闸信号。但 KG3-4 闭合,也可以利用切换片 XB 切换,使 KS 线圈串接限流电阻 R,动作于报警信号。

由于瓦斯继电器下触点 KG3-4 在重瓦斯故障时可能有“抖动”(接触不良)的情况,因此,为了使跳闸回路稳定地接通,断路器能足够可靠地跳闸,这里利用中间继电器 KM 的上触点 KM1-2 作“自保持”触点。只要 KG3-4 因重瓦斯动作一闭合,就使 KM 动作,并借其上触点 KM1-2 的闭合而自保持动作状态,同时其下触点 KM3-4 也闭合,使断路器 QF 跳闸。断路器跳闸后,其辅助触点 QF1-2 断开跳闸回路,以减轻中间继电器触点的工作,而其另一对辅助触点 QF3-4 则切断中间继电器 KM 的自保持回路,使中间继电器返回。

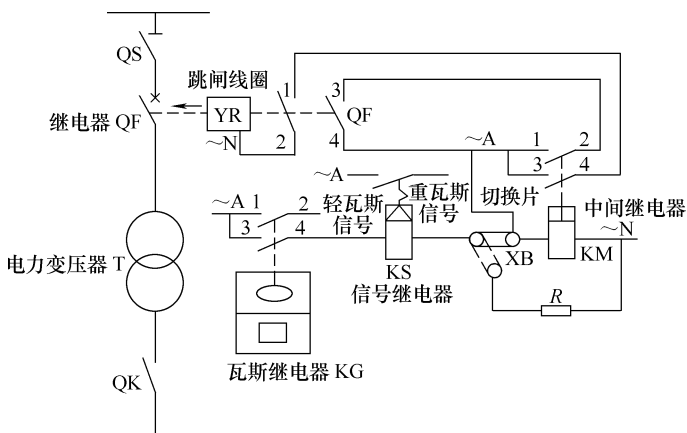


图 14-26 变压器瓦斯保护电路

27. 纵联差动保护电路

电动机差动保护可采用两相两继电器式接线,如图 14-27 所示。

继电器 KA 可采用 DL-11 型电流继电器,也可采用专门的差动继电器。

差动保护的动作为 $I_{op}(d)$,应按躲过电动机额定电流 I_{NM} 来整定,整定计算的公式为

$$I_{op}(d) = k_{rel} \times I_{NM} / k_i$$

式中, k_{rel} 为保护装置的可靠系数,对 DL 型继电器,取 1.5~2。

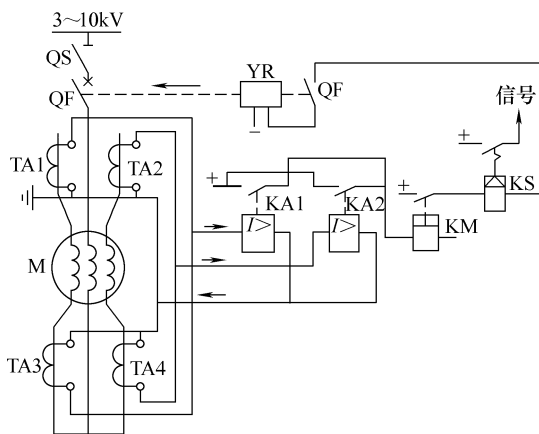


图 14-27 纵联差动保护电路

28. 高压电动机的过载保护电路

图 14-28 作为过载保护,可采用一相一继电器式接线。但如果电动机装有电流速断保护时,可利用

作为电流速断保护的 GL 型继电器的感应元件来实现过负保护。

过负保护的動作電流 $I_{op}(o1)$ ，按躲過電動機的額定電流 I_{NM} 來整定，整定計算公式為

$$I_{op}(o1) = K_{rel} \times K_w \times I_{nm} / K_{re} K_i$$

式中 K_{rel} ——保護裝置的可靠係數，對 GL 型繼電器取 1.3；

K_{re} ——繼電器的返回係數，一般為 0.8。

過負載保護的動作時間，應大於電動機起動所需的時間，一般取 10~16s。對於起動困難的電動機，可按躲過實測的起動時間來整定。

29. 高压电动机的单相保护电路

高压电动机的单相接地電流大於 5A 時，應裝設單相接地保護，其接線如圖 14-29 所示。

單相接地保護的動作電流 $I_{op}(E)$ ，應按躲過保護區外（即 TAN 以前）發生單相接地故障時流過 TAN 的電動機本身及其配電電纜的電容電流 I_{cm} 來整定，即整定計算公式為

$$I_{op}(E) = k_{rel} \times J_{cm} / K_i$$

式中 k_{rel} ——保護裝置的可靠係數，取 4~5；

K_i ——TAN 的變流比。

單相接地保護的動作電流亦可近似地按保護的靈敏係數 S_p （一般取 1.5）來整定，即

$$I_{op}(E) = (I_c - I_{cm}) / K_i S_p$$

式中 I_c ——與高壓電動機定子繞組有電聯系整個電網的單相接地電容電流；

I_{cm} 略去不計。

30. 变压器的综合保护电路

（1）變壓器的過電流保護 不論採用電流繼電器還是脫扣器，是定時限還是反時限，變壓器過電流保護的組成、原理與前面講述的電力線路過電流保護的組成、原理完全相同。

變壓器過電流保護動作電流的整定也與電力線路過電流保護的整定基本相同，為變壓器的額定一次電流。

變壓器過電流保護動作時間的整定也與電力線路過電流保護的整定相同，也按“階梯原則”整定。但對電力系統的終端變電所，如車間變電所的變壓器來說，其動作時間可整定為最小值（0.5s）。

變壓器過電流保護的靈敏度，按變壓器二次側母線在系統最小運行方式下發生兩相短路時換算到一次側的短路電流值 I_{kmin} 來檢驗，要求靈敏係數 $S_p \geq 1.5$ 。如果 S_p 達不到要求，同樣可採用低電壓閉鎖的過電流保護。

（2）變壓器的電流速斷保護 變壓器電流速斷保護的組成、原理，也與前面講述的電力線路的電流速斷保護相同。

變壓器電流速斷保護的動作電流（速斷電流） I 的整定計算公式，也與電力線路電流速斷保護基本相同，應取變壓器二次側母線的三相短路電流周期分量有效值換算到一次側的短路電流值，即變壓器電流速斷保護的速斷電流應按躲過二次側母線三相短路電流來整定。

變壓器電流速斷保護的靈敏度，按保護裝置安裝處在最小系統方式下發生兩相短路的短路電流來檢驗，要求 $S_p \geq 1.5 \sim 2$ 。

變壓器的電流速斷保護，與電力線路電流速斷保護一樣，也有“死區”，彌補死區的措施，也是配備帶時限的過電流保護。

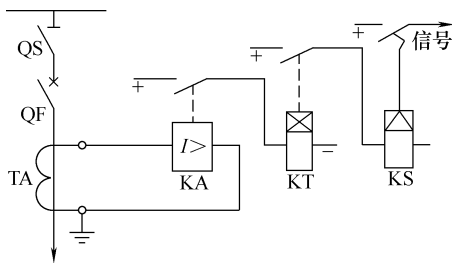


圖 14-28 高壓電動機的過負載保護電路

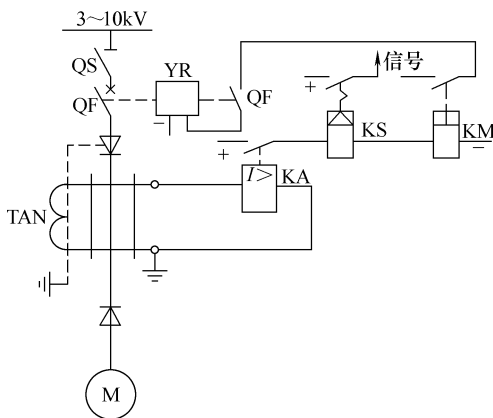


圖 14-29 高壓電動機的單相保護電路

考虑到变压器在空载投入或突然恢复电压时将出现一个冲击性的励磁涌流，为避免电流速断保护误动作，可在速断电流整定后，将变压器空载时试投若干次，以检验变压器的电流速断保护是否误动作。

(3) 变压器的过负载保护 变压器过负载保护的组成、原理也与电力线路的过负荷保护完全相同。

变压器过负载保护的動作电流的整定计算公式也与电力线路过负载保护基本相同。变压器过负载保护的動作时限一般也取 10~15s。图 14-30 为变压器定时限过电流保护、电流速断保护和过负载保护的綜合保护电路。

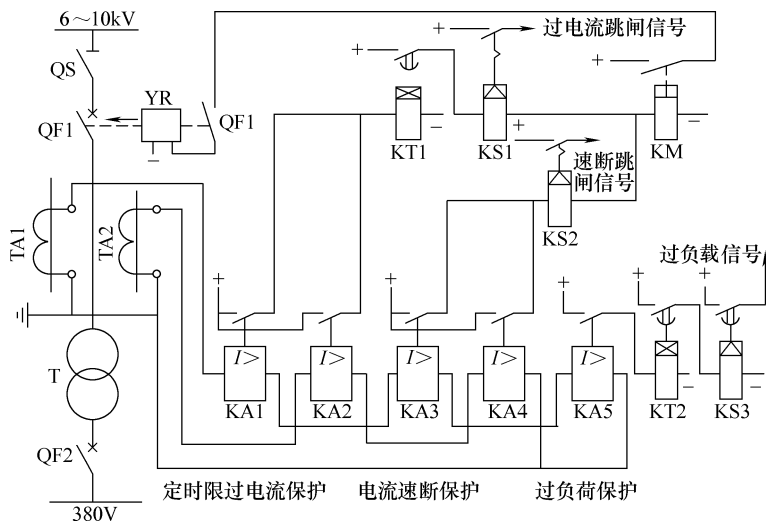


图 14-30 变压器的综合保护电路

31. 低压断路器保护电路

(1) 单独接低压断路器或接低压断路器和刀开关的电路

1) 对于只装一台主变压器的变电所，低压侧主开关采用低压断路器，如图 14-31a 所示。

2) 对于装有两台主变压器的变电所，低压侧主开关采用低压断路器时，低压断路器容量应考虑到一台主变压器退出工作时，另一台主变压器要供电给变电所 60%~70% 以上的负荷及全部一、二级负荷，而且这时两段母线都带电。为了保证检修主变压器和低压断路器的安全，低压断路器的母线侧应装设刀开关或隔离开关，如图 14-31b 所示，以隔离来自低压母线的反馈电源。

3) 对于低压配电线上装设的低压断路器，为保证检修配电出线和低压断路器的安全，在低压断路器的母线侧应加装刀开关，如图 14-31c 所示，以隔离来自低压母线的电源。

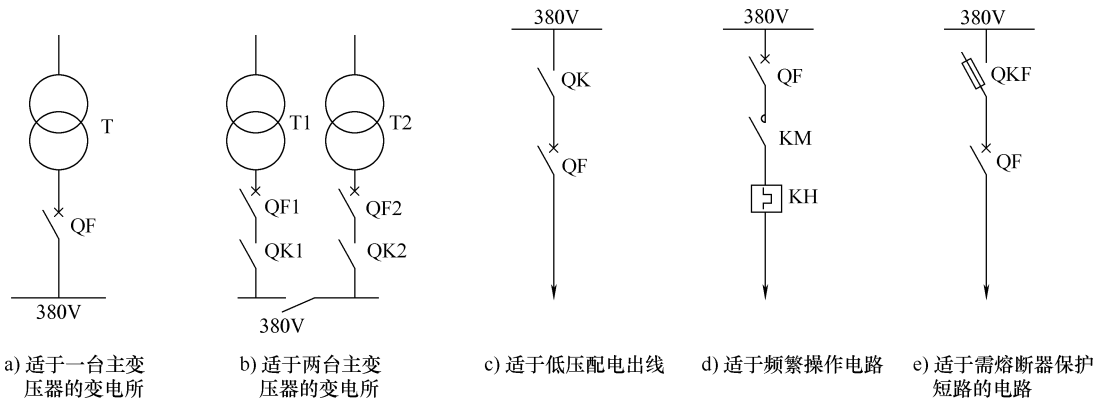


图 14-31 低压断路器保护电路

(2) 低压断路器与磁力起动器或接触器配合的电路 对于频繁操作的低压电路, 宜采用图 14-31d 所示的接线方式。这里的低压断路器主要用于电路的短路保护, 而电磁起动器或接触器用作电路频繁操作的控制, 其上的热继电器用作过负载保护。

(3) 低压断路器与熔断器配合的电路 如果低压断路器的断流能力不足以断开电路的短路电流时, 可采用如图 14-31e 所示接线方式。这里的低压断路器作为电路的通断控制及过负荷和失电压保护, 它只装热脱扣器和失压脱扣器, 不装过电流脱扣器, 而是利用熔断器或刀熔开关来实现短路保护。如果采用自复式熔断器与低压断路器配合使用, 则既能有效地切断短路电流, 而且在短路故障消除后又能自动恢复供电, 从而可大大提高供电可靠性。我国现在已经生产低压断路器与自复式熔断器相组合的 Dz10-100R 等型低压断路器, 这类低压断路器将在低压电路中使用。

32. 继电器保护电路

继电器保护装置的操作电源, 有直流操作电源和交流操作电源两大类。由于交流操作电源具有投资少、运行维护方便及二次回路简单可靠等优点, 因此它在中小工厂中应用广泛。

(1) 直接动作式保护电路 利用断路器手动操作机构内的过电流脱扣器 (跳闸线圈) YR 作为直动式过电流继电器, 接成两相一继电器式或两相两继电器式。正常运行时, YR 通过的电流远小于其动作电流, 因此不动作。而在一次电路发生相间短路时, YR 动作, 使断路器 QF 跳闸。这种操作方式简单经济, 但保护灵敏度低, 实际上较少应用, 如图 14-32a 所示。

(2) 去分流跳闸保护电路 如图 14-32b 所示。正常运行时, 电流继电器 KA 的常闭触点将跳闸线圈 YR 短路分流, YR 无电流通过, 所以断路器 QF 不会跳闸。当一次电路发生相间短路时, 电流继电器 KA 动作, 其常闭触点断开, 使跳闸线圈 YR 的短路分流支路被去掉, 即所谓“去分流”, 从而使电流互感器的二次电流全部通过 YR, 致使断路器 QF 跳闸, 即所谓“去分流跳闸”。这种操作方式的接线也比较简单, 且灵敏可靠, 但要求电流继电器 KA 触点的分断能力足够大才行。

市场上 GL15、16 和 GL25、26 等型号的电流动继电器, 其触点容量相当大, 短时分断电流可达 150A, 完全能满足短路时“去分流跳闸”的要求。因此, 这种去分流跳闸的操作方式现在在工厂供电系统中应用相当广泛。

33. 继电器定时限过电流保护电路

带时限的过电流保护, 按其动作时限特性分, 有定时限过电流保护和反时限过电流保护两种。

(1) 定时限过电流保护电路的组成 定时限就是保护电路的动作时限是按预先整定的动作时间固定不变的, 与短路电流大小无关。定时限过电流保护装置的原理电路如图 14-33 所示, 其中图 14-33a 集中表示电路原理, 通常称为接线图, 这种图的所有电器的组成部件是各自归总在一起的, 因此过去也称为归总电路图。图 14-33b 为分开表示的原理电路图, 通常称为展开图, 这种图的所有电器的组成部件按各部件所属回路来分开绘制。从原理分析的角度来说, 展开图简明清晰, 在二次回路 (包括继电保护、自动装置、控制、测量等回路) 中应用最为普遍。

(2) 定时限过电流保护电路的工作原理 当一次电路发生相间短路时, 电流继电器 KA 瞬时动作, 常开触点闭合, 使时间继电器 KT 动作。KT 经过整定的时限后, 其延时触点闭合, 使串联的信号继电器 (电流型) KS 和中间继电器 KM 动作。KS 动作后, 其指示牌掉下, 同时接通信号回路, 给出灯光信号和

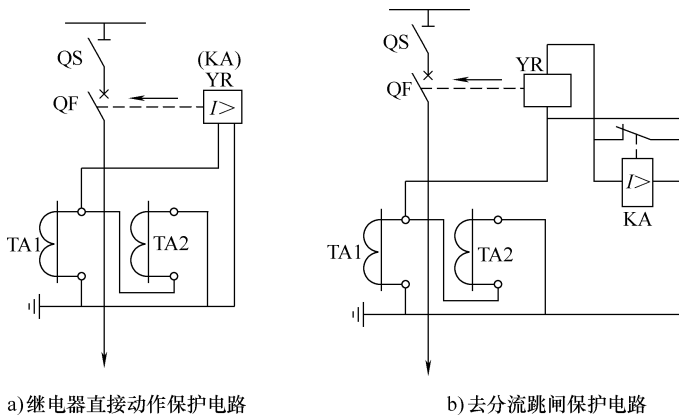


图 14-32 继电器保护电路

音响信号。KM 动作后, 接通跳闸线圈 YR 回路, 使断路器 QF 跳闸, 切除短路故障。

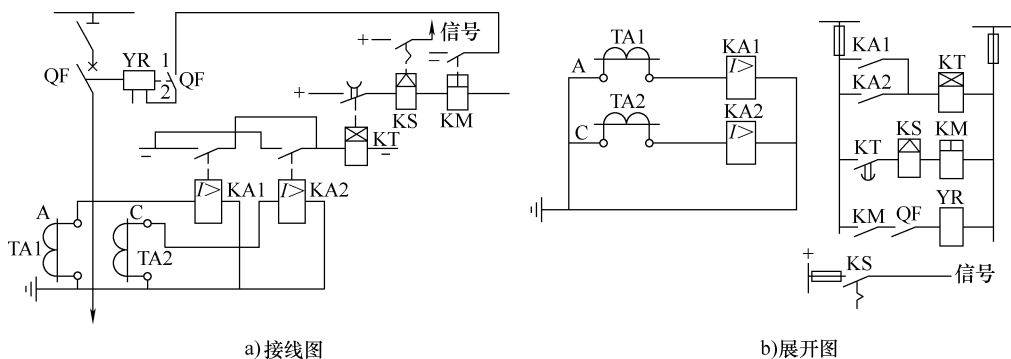


图 14-33 继电器时限过电流保护电路

QF 跳闸后, 其辅助触点 QF1—2 随之切断跳闸回路。在短路故障被切除后, 继电保护装置除 KS 外的其他所有继电器均自动返回起始状态, 而 KS 可手动复位。

34. 继电器反时限过电流保护电路

反时限就是保护电路的动作时限原先是按 10 倍动作电流来整定的, 而实际的动作时间则与短路电流成反比例关系变化, 短路电流越大, 动作时间越短。

(1) 反时限过电流保护电路的组成 反时限过电流保护装置由 GL 型感应式电流继电器组成, 其原理接线电路如图 14-34 所示。当一次电路发生相间短路时, 电流继电器 KA 动作, 经过一定延时后 (反时限特性), 其常开触点闭合, 紧接着其常闭触点断开, 这时断路器 QF 因其跳闸线圈 YR 被“去分流”而跳闸, 切除短路故障。在继电器 KA 去分流跳闸的同时, 其信号牌掉下, 指示保护装置已经动作。在短路故障切除后, 继电器自动返回, 其信号牌可利用外壳上的旋钮手动复位。

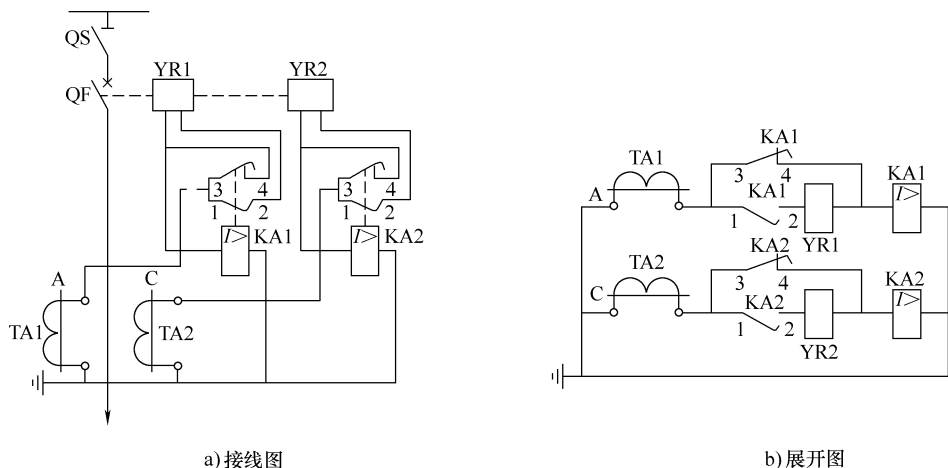


图 14-34 继电器反时限的过电流保护电路

(2) 反时限过电流保护电路的原理 图 14-34 中的电流继电器 KA 增加了一对常开触点, 与跳闸线圈 YR 串联, 其目的是防止电流继电器的常闭触点在一次电路正常运行时由于外界振动的偶然因素使之断开而导致断路器误跳闸的事故。增加一对常开触点后, 则即使常闭触点偶然断开, 也不会造成断路器误跳闸。但是, 继电器这两对触点的动作程序必须是常开触点先闭合, 常闭触点后断开, 即必须采用先合后断的转换触点。否则, 假如常闭触点先断开, 将造成电流互感器二次侧带负荷开路, 这是不允许的, 同时将使继电器失电返回, 不起保护作用。图 14-34a 为接线图, 图 b 为展开图。

35. 低电压闭锁的过电流保护电路

如图 14-35 所示保护电路,在线路过电流保护的过流继电器 KA 的常开触点回路中,串入低电压继电器 KV 的常闭触点,而 KV 经过电压互感器 TV 接在被保护线路的母线上。

工作原理:在供电系统正常运行时,母线电压接近于额定电压,因此电压继电器 KV 的常闭触点是断开的。这时的电流继电器 KA 即使由于线路过负载而误动作(即 KA 触点闭合),也不造成断路器 QF 误跳闸。正因为如此,凡装有低电压闭锁的过电流保护装置的动作电流 I_{op} ,不必按躲过线路的最大负荷电流 I_{Lmax} 来整定,而只需按躲过线路的计算电流 I_{30} 来整定。当然,保护装置的返回电流 I_{re} 也应躲过 I_{30} 。因此,装有低电压闭锁的过电流保护的的动作电流整定计算公式为

$$I_{op} = K_{rel} \times K_w \times I_{30} / K_{re} K_i$$

式中, K_{rel} 为保护系数,常取 1.3; K_w 为保护装置的接线系数,对两相两继电器式接线为 1,对两相一继电器式为 1.73; I_{Lmax} 为线路的最大电流,取值为 1.5~3。

由于其 I_{op} 的减小,从而有效地提高了保护灵敏度。

36. 晶体管漏电脱扣器保护电路

图 14-36 是一个利用平衡负载三相电流的和为零原理的断相保护电路,正常运行时,和电流为零,晶体管 VT1~VT3 导通,开关管 VT4 截止,继电器 K 断电。当断相发生后(包括电动机某相绕组断开),和电流大于零且系统失去平衡,晶体管截止,开关管导通,继电器得电,其触点打开,切断了原有的控制电路,接触器断电释放,电动机断电停止。元件的选择以实测数据为准。

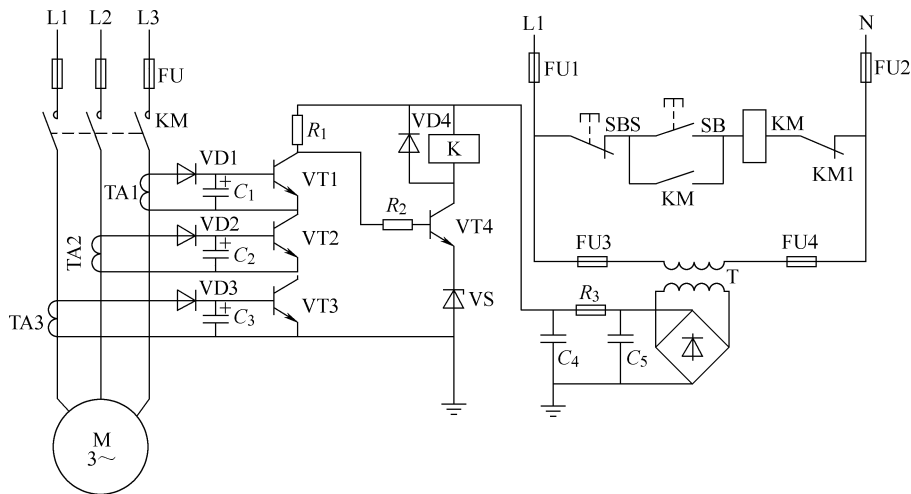


图 14-35 低电压闭锁的过电流保护电路

图 14-36 晶体管漏电脱扣器保护电路

37. 泄漏电流式保护电路

泄漏电流式保护电路,是一种传统的电磁式脱扣置,它直接接受零序电流互感器的信号,灵敏度很高,一般用极化电磁铁,在漏电流达到 30mA 时即可动作。无漏电流时,漏电脱扣器的永久磁铁将衔铁吸合,处于正常工作状态。当被保护电路对地有漏电时,零序电流互感器二次绕组输入到脱扣器线圈

的电流便产生磁通，在半个周期内抵消了永久磁铁的磁通，衔铁借弹簧的拉力释放，脱扣器动作，并使继电器的触点在 0.1s 内接通或断开。调节弹簧，使衔铁和磁轭有一定的间隙，即可调节动作电流，如图 14-37 所示。

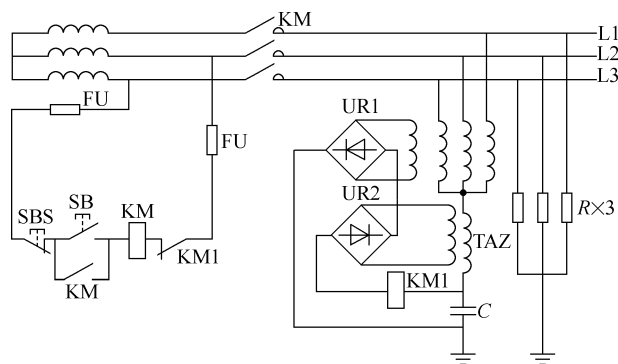


图 14-37 泄漏电流式保护电路

38. 电子开关脱扣器电路

电子开关脱扣器电路是先将零序电流互感器检测到的漏电信号经过一个放大器放大，将放大后的信号经过开关电路送到继电器并使其动作，发出漏电信号，如图 14-38 所示。正常时，晶体管 VT1 和 VT2 都截止；发生漏电时， L_2 和 C_2 谐振回路给 VT1 发射极一个 50Hz 的信号电压，正半周时，VT1 导通，VT2 也导通，负半周时，VT1、VT2 都截止。这样 VT2 集电极就有频率为 50Hz 的脉冲电流，这个电流经 C_3 滤波后使 KM 动作并发出漏电信号。这种电路灵敏度极高，动作电流小于 15mA。这里需要说明的是，这种脱扣器并非标准线路，只是为了说明工作原理而已。

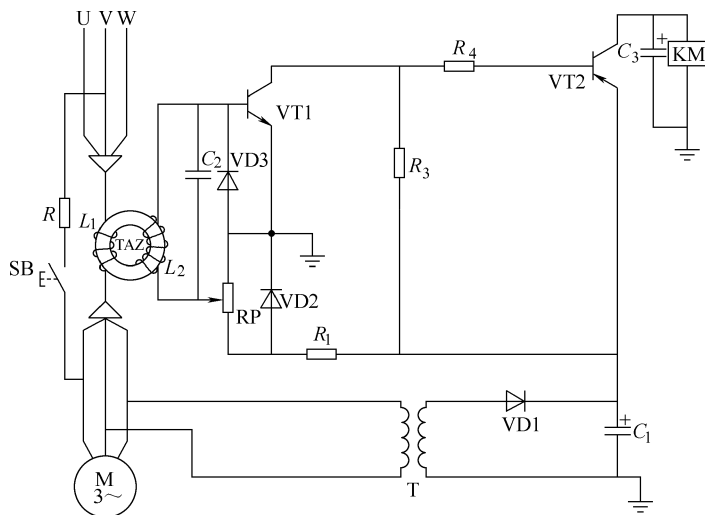


图 14-38 电子开关脱扣器电路

39. 电阻性中性点漏电保护电路

利用电阻元件作为辅助中性点的电压型漏电保护电路，如图 14-39 所示。电阻的选用应考虑阻值、功率的一致性。

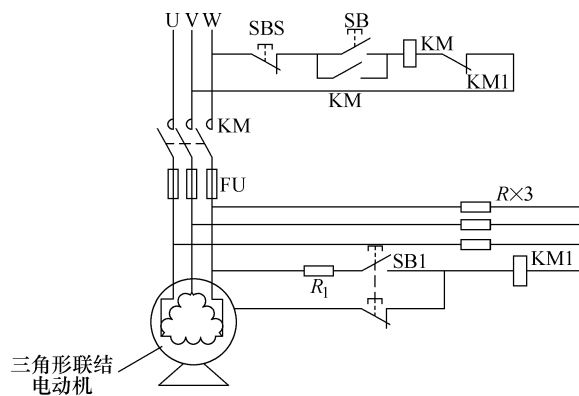


图 14-39 电阻性中性点漏电保护电路

40. 电容性中性点漏电保护电路

利用电容元件作为辅助中性点的电压型漏电保护电路，如图 14-40 所示。电容的选用应考虑电容值、耐压的一致，耐压应大于 400V。

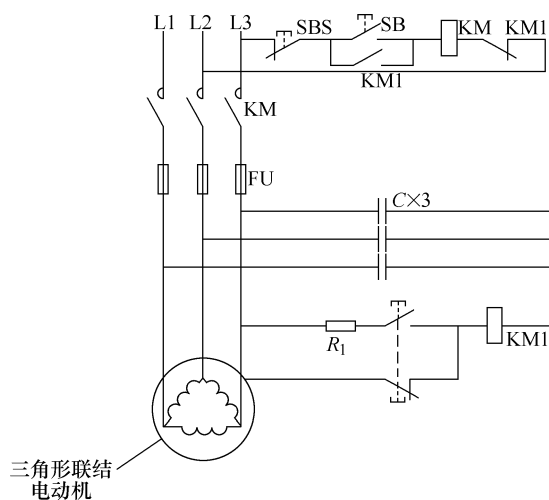


图 14-40 电容性中性点漏电保护电路

第 15 章 供电配电电路

1. 电力传输电路

为了充分利用动力资源，减少燃料运输，降低发电成本，因此，有必要在有水力资源的地方建造水电站，而在有燃料资源的地方建造火电厂。但这些有动力资源的地方，往往离用电中心较远，所以必须用高压输电线路进行远距离输电，如图 15-1 所示。

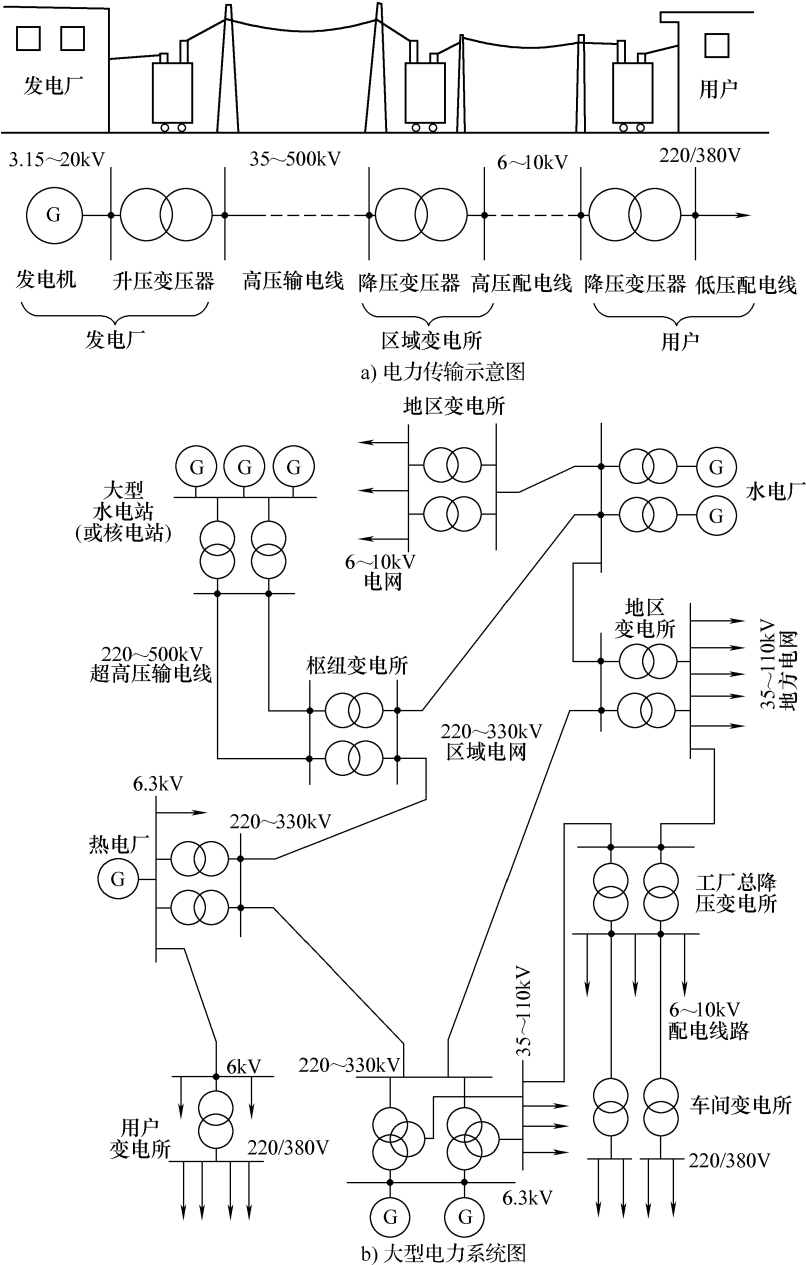


图 15-1 电力传输系统图

由各级电压的电力线路将一些发电厂、变电所和电力用户联系起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体，称为电力系统（power system）。电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变电所，称为电网或电网（power network）。但习惯上，电网或系统往往以电压等级来区分，比如 10kV 电网或 10kV 系统。

这里所指的电网或系统，实际上是指某一电压级的相互联系的整体电力线路。

电网可按电压高低和供电范围大小分为区域电网和地方电网。区域电网的范围大，电压一般在 220kV 及以上。地方电网的范围较小，最高电压一般不超过 110kV，工厂供电系统就属于地方电网的一种。

电力系统加上发电厂的动力部分及其热能系统和热能用户，就称为动力系统。

现在，各国建立的电力系统越来越大，甚至建立跨国的电力系统或联合电网。建立大型电力系统或联合电网，可以更经济合理地利用动力资源（首先是充分利用水力资源），减少燃料运输费用，减少电能消耗，降低发电成本，保证供电质量（即电压和频率合乎规范要求），并大大提高供电可靠性，有利于整个国民经济的持续发展。

高压传输的过程如图 15-1 所示。从发电厂或变电站升压，把电力输送到降压变电站的高压电力线路叫输电线路，电压一般在 35kV 以上。

从降压变电站把电力送到配电变压器的电力线路，叫高压配电线路，电压一般为 3、6、10kV。

从配电变压器把电力送到用电点的线路叫低压配电线路，电压一般为 380V、220V。

就配电线路来讲，一般电压在 1~10kV 者叫高压配电线路，电压 1kV 以下者为低压配电线路。

目前我国电力线路电压等级有：6kV、8kV、10kV、35kV、110kV、220kV、330kV。

2. 高压变电所主接线电路

高压配电所担负着从电力系统受电并向各车间变电所及某些高压用电设备配电的任务。

图 15-2 是高压变电所变电所的主接线图。这一高压配电所主接线方案具有一定的代表性。下面依其电源进线、母线和出线的顺序对此配电所作一分析介绍。

（1）电源进线 该配电所有两路 10kV 电源进线，一路是架空线 WL1，另一路是电缆线 WL2。最常见的进线方案是一路电源来自发电厂或电力系统变电站，作为正常工作电源，而另一路电源则来自邻近单位的高压联络线，作为备用电源。

《供电营业规则》规定：对 10kV 及以下电压供电的用户，应配置专用的电能计量柜（箱）；对 35kV 及以上电压供电的用户，应有专用的电流互感器二次线圈和专用的电压互感器二次连接线，并不得与保护、测量回路共用。根据以上规定，因此在两路电路进线的主开关（高压断路器）柜之前（在其后亦可）各装设一台 GG-1A-J 型高压计量柜（No. 101 和 No. 112），其中的电流互感器和电压互感器只用来连接计费的电能表。

装设进线断路器的高压开关柜（No. 102 和 No. 111），因为需与计量柜相连，因此采用 GG-1A（F）. 11 型。由于进线采用高压断路器控制，所以切换操作十分灵活方便，而且可配以继电保护和自动装置，使供电可靠性大大提高。

考虑到进线断路器在检修时有可能两端来电，因此为保证断路器检修时的人身安全，断路器两侧都必须装设高压隔离开关。

（2）母线 母线（busbar，文字符号为 w 或 WB）又称汇流排，是配电装置中用来汇集和分配电能的导体。

高压配电所的母线，通常采用单母线制。如果是两路或以上电源进线时，则采用高压隔离开关或高压断路器（其两侧装隔离开关）分段的单母线制。母线采用隔离开关分段时，分段隔离开关可安装在墙上，也可采用专门的分段柜（亦称联络柜）如 GG-1A（F）. 119 型柜。

图 15-2 所示高压配电所通常采用一路电源工作、一路电源备用的运行方式，因此母线分段开关通常是闭合的，高压并联电容器对整个配电所进行无功补偿。如果工作电源发生故障或进行检修时，在切除该进线后，投入备用电源即可恢复对整个配电所的供电。如果设备用电源自动投入装置（auto-put-into device of reserve-source，APD），则供电可靠性可进一步提高，但这时进线断路器的操作机构必须是电磁式或弹簧式。

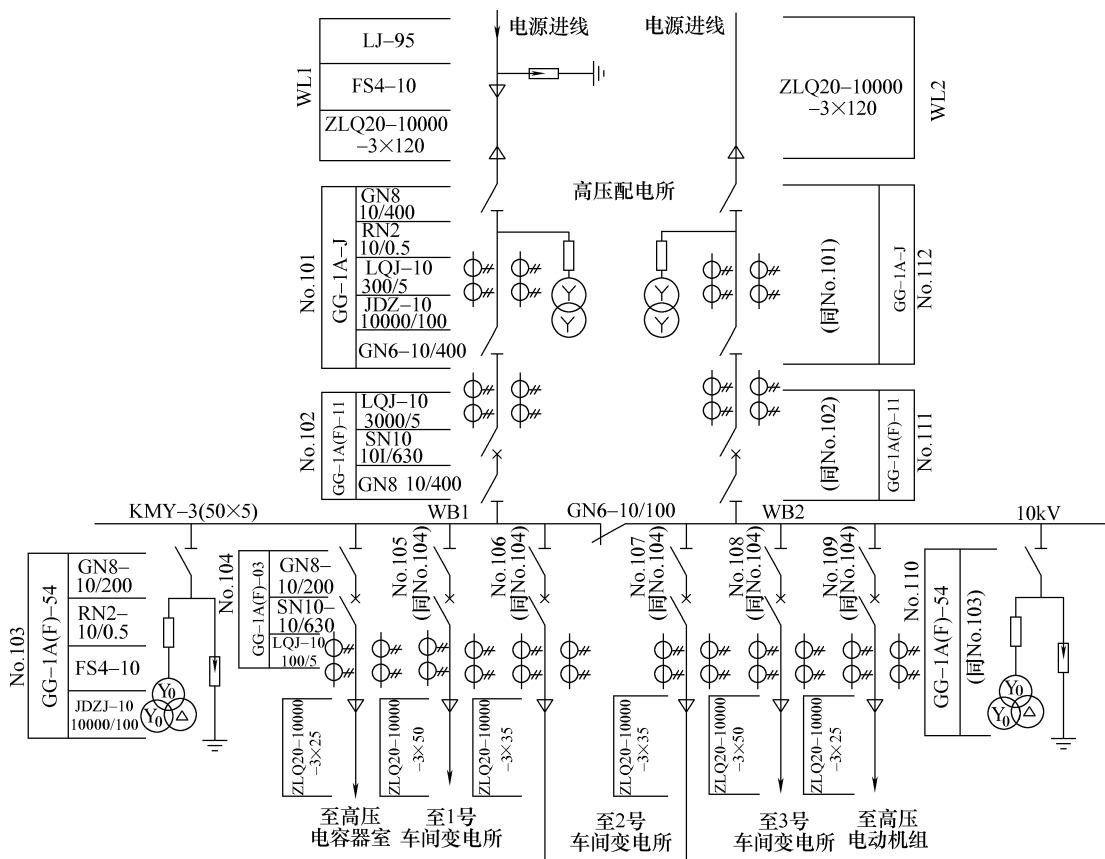


图 15-2 高压变电所主接线电路

为了测量、监视、保护和控制主电路设备的需要，每段母线上都接有电压互感器，进线上和出线上都接有电流互感器。图 15-2 上的高压电流互感器均有二个二次绕组，其中一个接测量仪表，另一个接继电保护装置。为了防止雷电过电压侵入配电所时击毁其中的电气设备，各段母线上都装设了避雷器。避雷器和电压互感器同装设在一个高压柜内，且共用一组高压隔离开关。

3. 生产车间高压配电出线电路

该配电所共有六路高压出线。其中有两路分别由两段母线经隔离开关-断路器配电给 2 号车间变电所；有一路由左段母线（WB1）经隔离开关-断路器供 1 号车间变电所；有一路由右段母线（WB2）经隔离开关-断路器供 3 号车间变电所；有一路由左段母线（WB1）经隔离开关-断路器供无功补偿用的高压并联电容器组；还有一路由右段母线（WB2）经隔离开关-断路器供一组高压电动机用电。由于这里的高压配电线路都是由高压母线来电，因此，其出线断路器需在其母线侧加装隔离开关，以保证断路器和出线的安全检修，如图 15-3 所示。

4. 企业一次供电电路

本节主要介绍电力系统传输过程、工厂供、配电系统常用电气一、二次接线图，熟悉相应的图形符号及电气接线图的方法。

低压侧母线采用分段式接线，用隔离开关和断路器实现电源和负载间的接通与断开。

为了保证变压器不受大气过电压的侵害，在变压器的高压侧装有 FS-10 型避雷器。图中所示的各电流互感器在线路中供测量仪表使用。

图 15-4 所示为单母线分段放射式供电系统，用隔离开关来联络 I、II 两段母线。配电屏向用电设备进

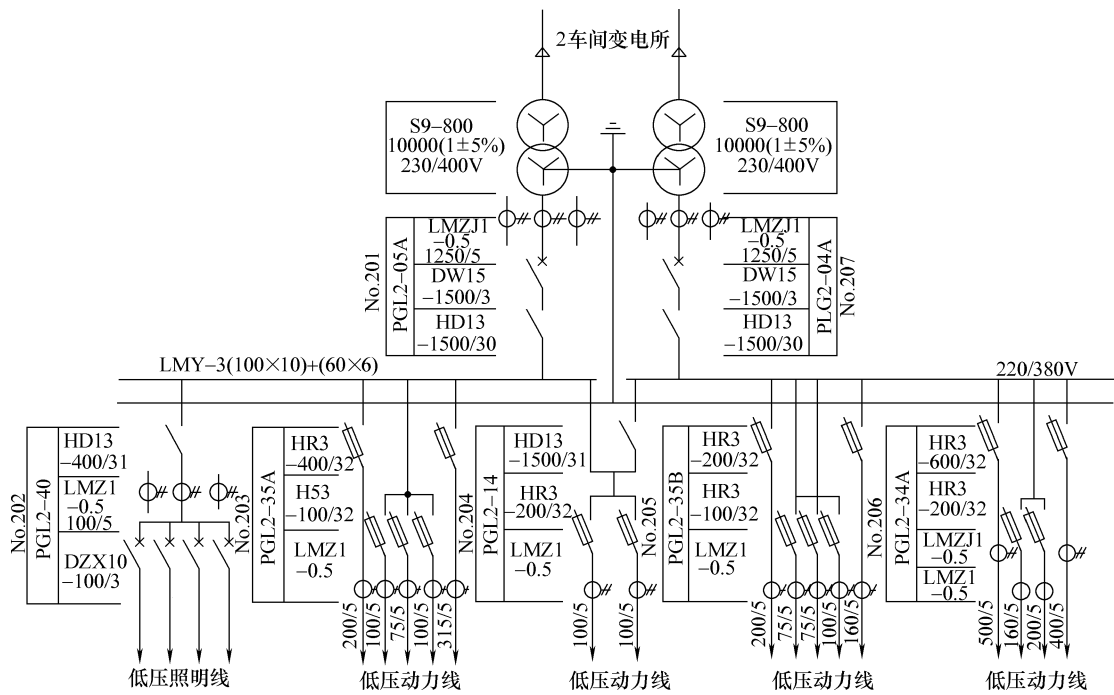


图 15-3 生产车间高压配电出线电路

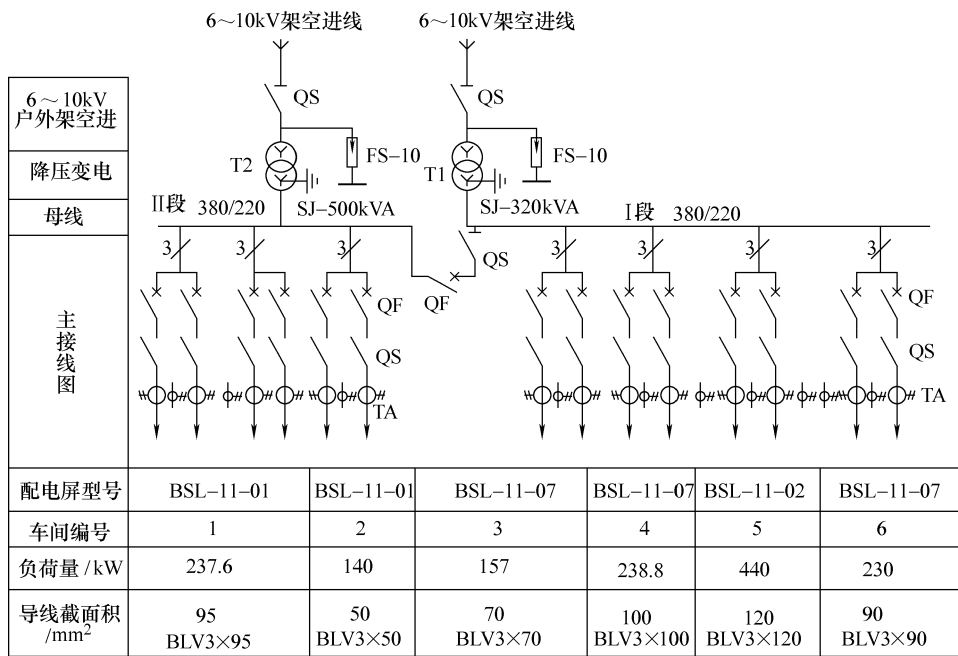


图 15-4 某厂电力系统一次电路图

行供电的线路共有 14 条支路，系统采用双电源供电、母线分段式接线方式，电源进线和配线采用配电屏，整体结构紧凑，使用方便，便于安装和维护，供电可靠性高。

5. 低压二次接线电路

图 15-5 所示是 BSL 型低压配电屏的接线原理图。包括三部分，即电压测量回路、二次继电保护回路和

电能计量回路。

- (1) 电压测量回路 利用电压转换开关 SA 和一块电压表 PV，随时监测三相电源运行状态是否正常，以满足负载所需电压的要求。
- (2) 二次继电保护回路 对常开触点、合闸指示信号红灯 HLR、分闸指示信号绿灯 HLG、限流电阻 R 等构成。线路通过合闸、分闸信号装置正确、清晰的电路工作状态。电气设备与线路在运行过程中，出现过负荷或失电压时，通过失电压脱扣器线圈 FV 与负荷开关 QF 构成的失电压脱扣器及时切断线路，确保线路、设备和人身安全。
- (3) 电能计量回路 电能计量回路包括一块三相有功电能表 PJ 和三只电流互感器 TA1~TA3 及三块电流表 PA。利用电能表计量系统用电量情况，利用电流互感器和电流表构成电流测量线路，用以监测线路电流正常与否。

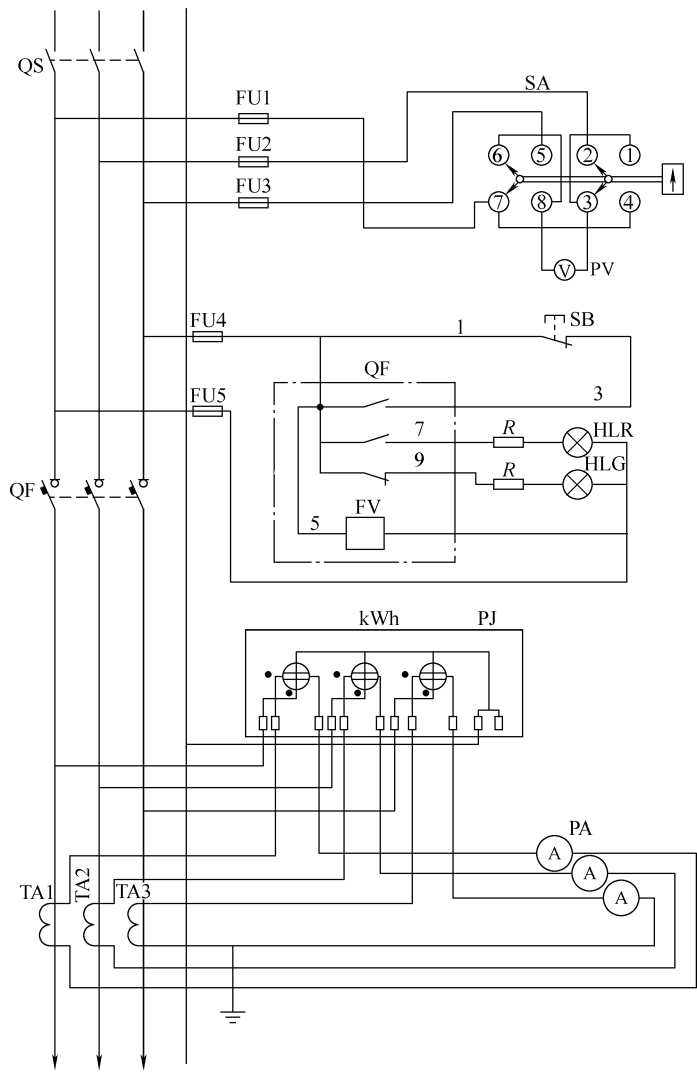


图 15-5 某厂二次低压配电屏接线原理图

6. TN-S 供电方式电路

供电的方式很多，但其他供电方式都存在一定的缺点，只有 TN-S 方式较好。所本节只介绍 TN-S 供电方式。

TN-S 供电方式主要用于三项负载基本平衡的情况下,如图 15-6 所示。它把工作零线和专用保护线 PE 严格分开,或独立供电方式。TN-S 供电的特点如下:

- 1) 工作零线用作照明电路。
- 2) 正常运行情况下,专用保护线 PE 上没有电流和电压,仅在零线上有不平衡电流,所以电器设备外壳接零保护接在专用保护线上是安全的。
- 3) 专用保护线不许断线,更不准进漏点开关。
- 4) 干线上安装漏点开关时,工作零线上不得有重复接地,而 PE 线上可以有重复接地,但是,不经过漏电保护器。
- 5) TN-S 供电方式适用于工业和建筑用电,安全可靠,是我们用电方式的首选方式。

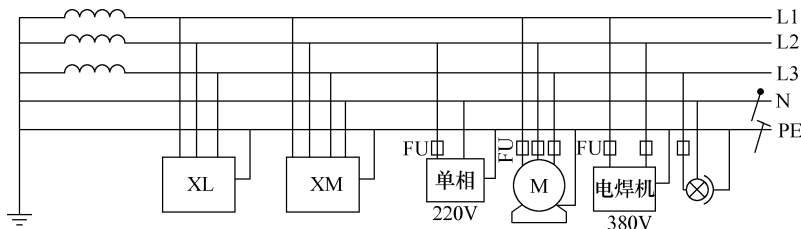


图 15-6 TN-S 供电方式电路

7. 放射式主接线供电电路

从总配电所放射式向本部门的分配电所供电,如图 15-7 所示。该分配电所的电源进线开关宜采用隔离开关 QS 或手车式隔离触头组。变配电所 6~10kV 非专用电源线的进线侧,应装带负荷操作的开关设备。变配电所的高压和低压母线,宜采用单母线或分段单母线接线。

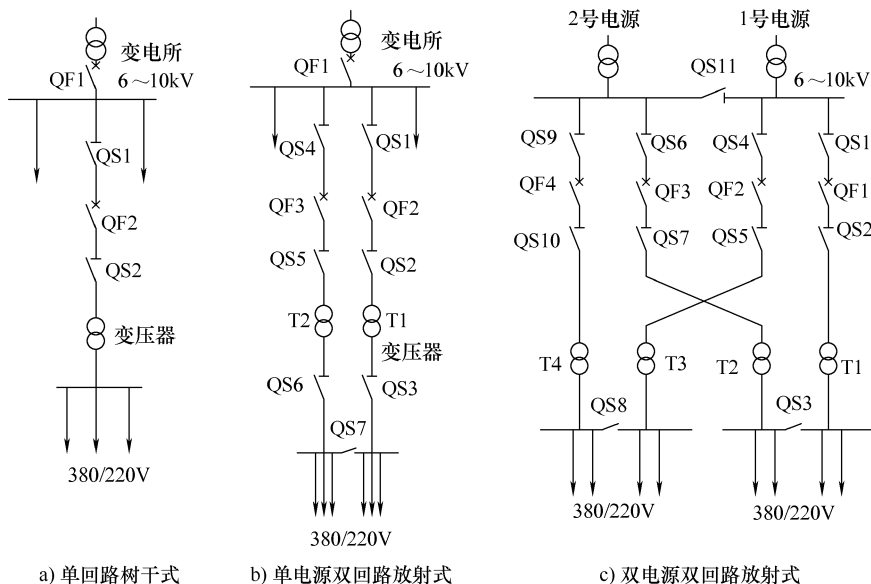


图 15-7 放射式接线供电电路

8. 树干式主接线电路

6~10kV 母线分段处,宜装设断路器,但属于下列情况之一时,可装设隔离开关或负荷开关或隔离触头组。

- 1) 事故时手动切换电源能满足要求;

- 2) 不需要带负荷操作;
- 3) 对继电保护或自动装置无要求;
- 4) 出线回路较少。

变电所变压器电源侧开关的装设, 如果以树干方式供电时, 如图 15-8 所示, 应装设带保护的开关设备。以放射式供电, 宜装设隔离开关或负荷开关。当变压器在高压配电室贴邻时, 可不装设开关。

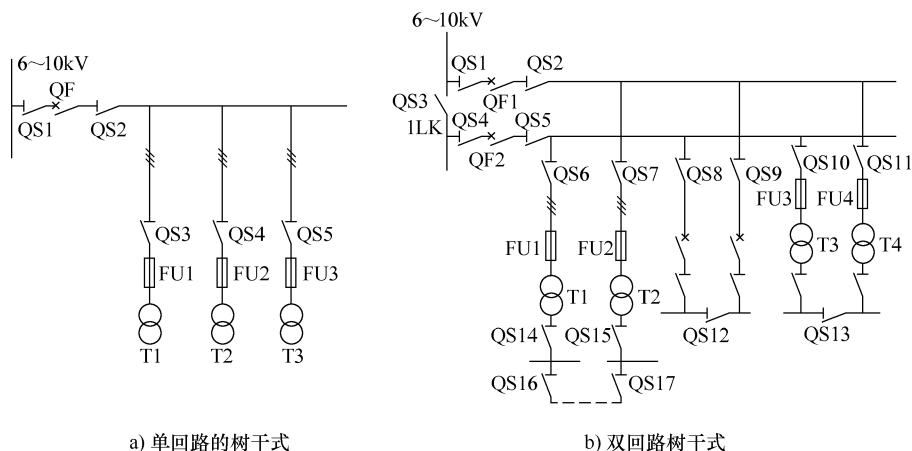


图 15-8 树干式主接线系统图

当低压母联断路器采用自投方式, 应符合下列要求: 应装设“自投自复”、“自投手复”、“自投停用”三种状态的位置选择开关。低压母联断路器自投延时 $0 \sim 1\text{s}$ 。当低压侧主断路器故障分闸时, 不允许自动接通母联断路器。低压侧主断路器与母联断路器应有电气连锁, 不得并网运行。

应急电源(如柴油发电机组)接入变电所低压配电系统时, 与外网电源间应设置连锁, 不得并网运行。避免与外网电源计费混淆。在接线上要有一定的灵活性, 以保证在非事故情况下能给部分重要负荷供电。

9. 10kV 配电所应用电路

10kV 变配电所是应用最多的方式, 将 10kV 高压引入, 通过电力变压器, 将变成 380V 动力用电和 220V 照明用电。下面通过两个实例, 介绍它们的布局和要求。

(1) 户内 10kV 变配电所布局

1) 变配电所设备布局平面图如图 15-9a 所示。

2) 变配电所设备布局要求:

① 变配电设备均为无油设备。变压器、高低压开关柜、电容器屏、直流电源屏均布置在相对标高 -5.1m 的地下一层大空间内, 四壁及顶、地板六面全部采用一级耐火材料的钢筋混凝土防火墙及甲级耐火钢门封闭间隔。

② 开 2m 宽的双开门与外界直通, 为设备运输及安全消防通道。在另一端开 1.5m 宽的双开门, 作为维护值班人员平时进出及安全消防门, 两扇门均向外开启。

③ 设备安装间距、维护通道、操作距离均符合规范、标准的规定。

④ 变压器直对外墙设运输通道, 便于安装运输。

⑤ 采用机械强制通风。

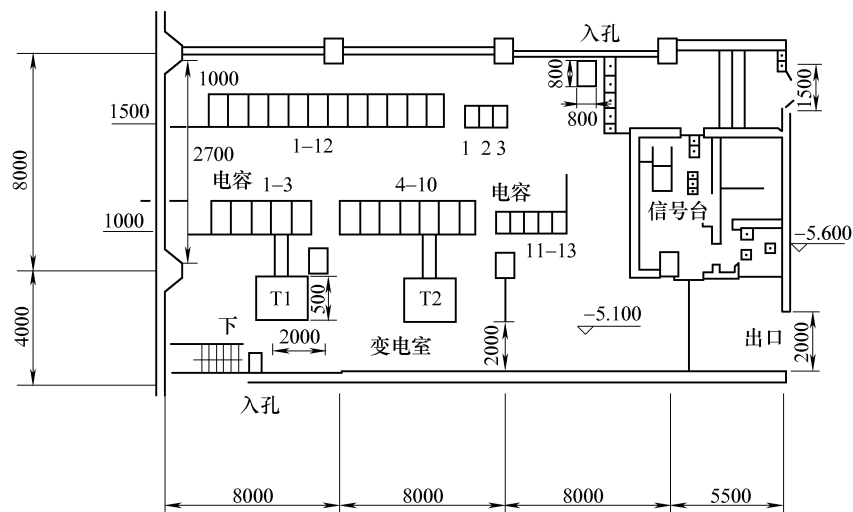
⑥ 地下相对标高 -7.3m 处设有电缆夹层, 并设有两个人孔。电缆层内设回路不接地的 36V 特低电压照明灯。

⑦ 当由地区开关站供电时, 尚应增设高压分界室, 分界室设在高压配电装置右侧, 并开门与对外出口相通。

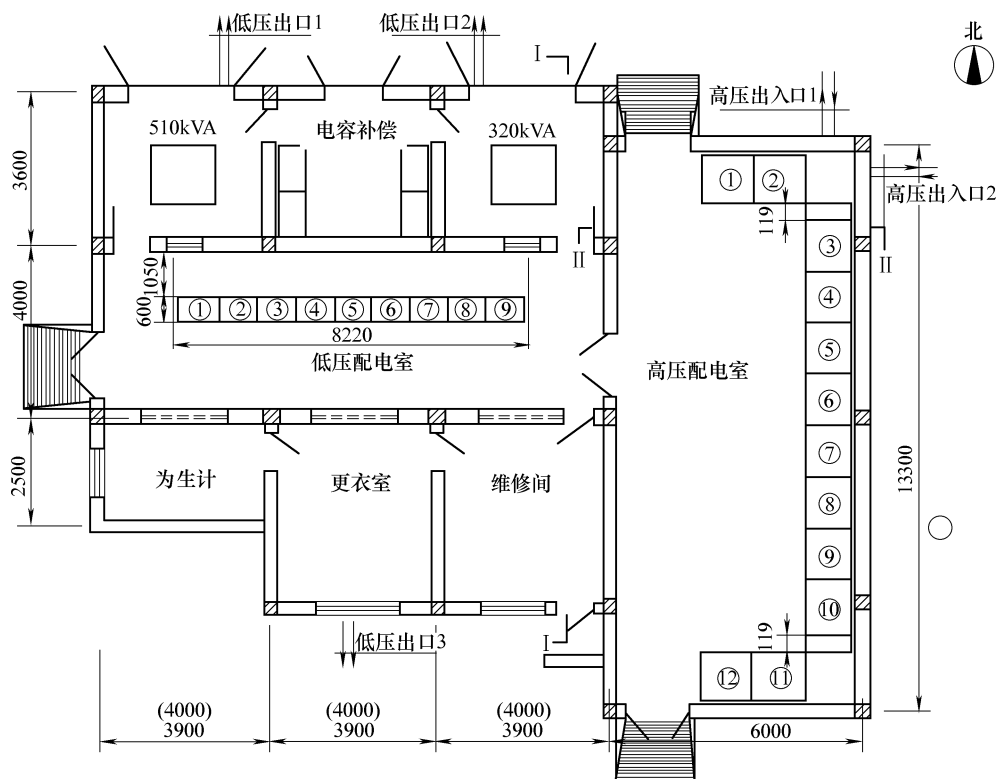
(2) 10kV 独立变配电所布局

1) 变配电所设备布置平面图如图 15-9b 所示。

2) 变配电所设备布置要求:



a) 一般变配电所布局图



b) 独立变配电所布局图

图 15-9 10kV 变配电所平面布局图

① 独立变配电所的变压器采用油浸式，变压器室通风以自然通风为主，变压器室地坪抬高，北面下设进风口，南面上设出风口。

② 高压配电室南北两端均开两扇门，不设防采光窗，高压开关柜下设电缆沟。

③ 低压配电室与变压器室、电容器室相邻，便于低压母线连接。低压配电柜双面维护，前面设操作通

道,后面设维护通道,柜下和柜后设电缆沟,低压出线由北侧变压器室下出。低压配电室西侧开一个门,为对外出口,东侧开一个门与高压配电室相通,门向低压开启。

④ 变压器室、电容器室为一级防火建筑,设钢门,向外开 180°高、低压配电室设钢门外开,电缆沟做防水处理。

10. 电能计量电路

电能表是计量电能的仪表。电能表可以计量交流电能,也可以计量直流电能。在计量交流电能的电表又可分成计量有功电能和无功电能两类电表。计量有功电能的电能表又可分成单相和三相电能表两类。

单相有功电能表的测量电路

1) 单相有功电能表测量接线的要求:

① 接线前,检查电能表的型号、规格是否与负载相适应。电能表的额定电压应不低于电源电压,额定电流不应小于负载电流。配电流互感器时,应不小于互感器二次最大负载电流。

② 电能表的连接导线必须使用单股绝缘铜导线,对于电流回路其导线的截面积不小于 2.5mm^2 ,电压回路导线的截面积不小于 1.5mm^2 。

③ 连接电能表与其他元器件的导线,中间不允许有接头。

④ 零线要从电能表的一个端子接入,再从另一个端子接出。

⑤ 开关、熔断器应接在电能表的负载侧。

⑥ 接线时要注意电能表的极性,即标有“*”的电压线圈和电流线圈必须接到电源的相线上。

⑦ 配电流互感器的接线,要将互感器的 K2 端与地连接。

⑧ 电能表所有接线端子与导线连接的压接螺钉要拧紧,导线端头要有清楚明显的编号。

2) 测量电路:将电能表连接在单相 220V 交流电路中,对单相负载消耗的电能进行测量,这种接线方式称为直入式接线方式。单相有功电能表的直入式接线方式一般分为跳入式接线和顺入式接线两种,如图 15-10 所示。

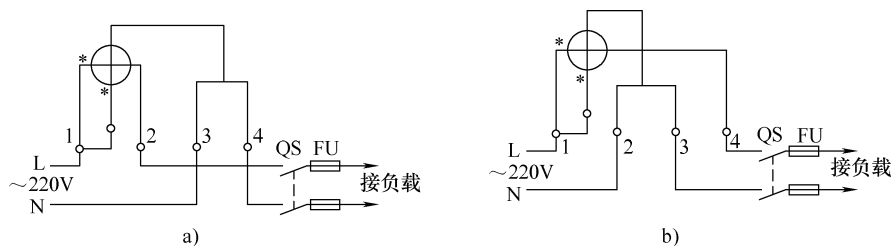


图 15-10 跳入式接线和顺入式接线

11. 单相有功电能表带电流互感器的接线电路

图 15-10a 所示为跳入式接线方式。其特点是电能表的 1、3 号端子与电源连接,2、4 号端子与负载连接。图 15-10b 所示为顺入式接线方式。其特点是按电能表端子号依次顺序连接,即 1、2 号端子与电源连接,3、4 号端子与负载连接。当被测电路中的电流很大,而电能表的额定电流不能满足测量要求时,可以采用配电流互感器的方法进行测量。单相有功电能表带电流互感器的接线如图 15-11 所示。这时电能表的电流线圈不再串在负载回路中,而是与电流互感器的二次绕组连接,电流互感器的一次绕组就是被测量的负载线(电源线)。要特别注意的是,电流互感器的两绕组的同名端和电能表两个线圈的同名端的接法不能搞错,否则可能使电能表反转。

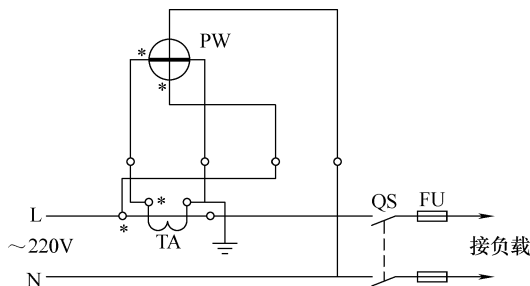


图 15-11 单相有功电能表带电流互感器的接线

12. 三相有功电能表直入式接线电路

三相有功电能表直入式接线要求：

1) 接线前检查电能表的型号、规格及负载的额定参数，电能表的额定电压应与电源电压一致，额定电流应不小于负载电流，并检查表的外观应完好。

2) 与电能表相连的导线必须使用铜芯绝缘导线，导线的截面积符合导线安全载流量及机械强度的要求，对于电压回路导线的截面积不小于 1.5mm^2 ，对于电流回路导线的截面积应不小于 2.5mm^2 ，截面积为 6mm^2 及以下的导线应使用单股线。导线中间不得有接头。

3) 极性要接对，电压线圈的首端，应与电流线圈的首端一起接到相线上。三相四线的零线必须进出电能表。

4) 要按正相序接线，开关、熔断器应接在电能表的负荷侧。

接线电路：三相三线有功电能表直入式接线如图 15-12 所示。本图所示是 DS 型 $5\sim 10\text{A}$ 三相三线有功电能表直入式接线方式，对于 10A 以上的三相三线有功电能表，其内部接线有所不同，但外部接线基本相同。

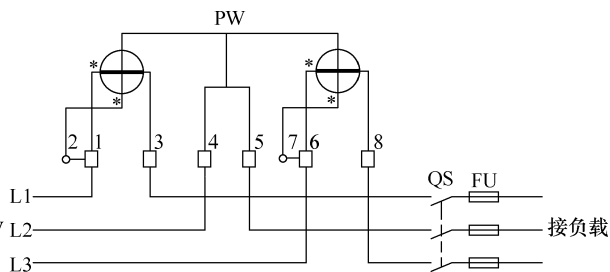


图 15-12 三相三线有功电能表直入式接线电路

13. 三相四线有功电能表直入式接线电路

三相四线有功电能表直入式接线如图 15-13 所示。

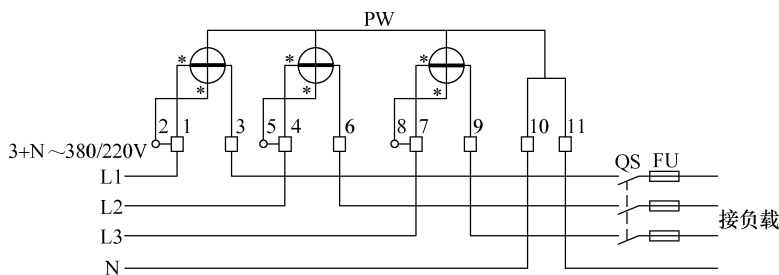


图 15-13 三相四线有功电能表直入式接线图

14. 三相有功电能表带电流互感器的接线电路

三相三线有功电能表带电流互感器的接线如图 15-14 所示。

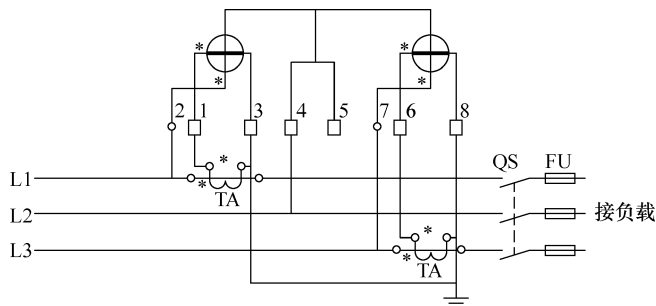


图 15-14 三相三线有功电能表带电流互感器的接线电路

15. 双电源供电电路

功率放大电路中的前置放大器，一般都采用双电源供电，即对称的正负电源供电，业余制作时，又会碰到手头无双电源，这就给制作带来困难。本文介绍利用 TDA2030 将单电源转换双电源给前置放大器 NE5532 供电，电路如图 15-15 所示。

TDA2030 (IC1) 是一种高效的运算放大器，利用它的互补输出。就可将单极性电源转换成所需要的双极性电源。在图中阻值相等的 R_1 、 R_2 形成一个分压器，分压器的中点接到 IC1 运算放大器的同相输入端，且 IC1 接成电压跟随器，使“0”端和“0'”端电位相等。“0”端又是虚地点，它与输入电源的接地端完全隔离。 C_2 、 C_3 分别为正、负电源的滤波电容。正电源从 C_2 的“+”端输出，加到 IC2 NE5532 的⑧脚，负电源从 C_3 的“-”端输出，加到 IC2 NE5532 的④端，“0”端为 IC2 的接地端。

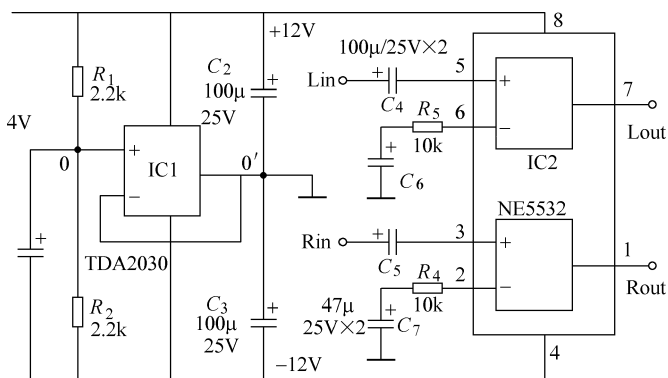


图 15-15 双电源供电电路

由于 NE5532 在以往的文章中介绍较多，这里不再赘述。在电路图中均标明了元件数值，只要按图制作，一般无需调试均可正常工作。但供电的单电源一定要使用稳压电源，以保证 NE5532 能可靠工作。

16. 高压集中补偿电容电路

高压集中补偿是将高压电容器组集中装设在工厂变电所的 6~10kV 母线上。这种补偿方式只能补偿 6~10kV 母线以前线路上的无功功率，而母线后的厂内线路的无功功率得不到补偿，所以这种补偿方式的经济效果较后两种补偿方式差。但这种补偿方式的初投资较少，便于集中运行维护，而且能对工厂高压侧的无功功率进行有效的无功补偿，以满足工厂总功率因数的要求，所以这种补偿方式在一些大中型工厂中应用相当普遍。

图 15-16 是接在变电所 6~10kV 母线上的集中补偿的并联电容器组接线图。这里的电容器组采用△联结，装在成套电容器柜内。为了防止电容器击穿时引起相间短路，所以△形联结的各边，均接有高压熔断器保护。

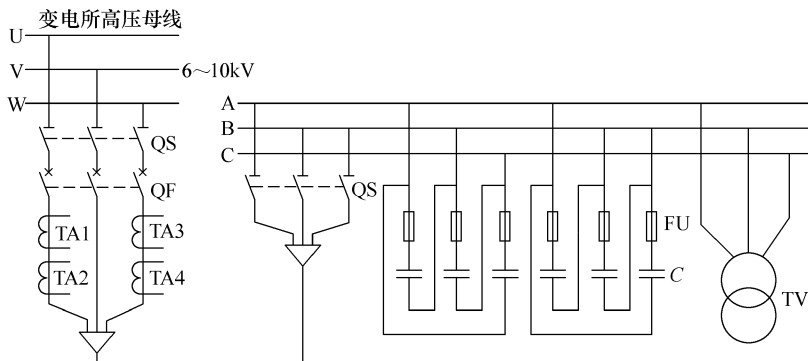


图 15-16 高压集中补偿电容电路

由于电容器从电网上切除时有残余电压，残余电压最高可达电网电压的峰值，这对人身是很危险的，因此必须装设放电装置。图中的电压互感器 TV 一次绕组就是用来放电的。为了确保可靠放电，电容器组的放电回路中不得装设熔断器或开关。

按 GB50053—1994 规定，室内高压电容器装置宜设置在单独房间内。当电容器组容量较小时，可设置在高压配电室内，但与高压配电装置的距离不应小于 1.5m。

17. 电容低压集中补偿电路

低压集中补偿是将低压电容器集中装设在车间变电所的低压母线上。这种补偿方式能补偿变电所低压母线以前包括变压器及其前面高压线路和电力系统的无功功率。由于这种补偿方式能使变电所主变压器的视在功率减小,从而可选较小容量的主变压器,因此比较经济。特别是供电部门对工厂的电费制度通常实行的是两部电费制(一部分是按每月实际用电量计算电费,称为电度电费,另一部分是按装用的变压器容量计算电费,称为基本电费),主变压器容量减小,基本电费就减少了,可使工厂的电费开支减少,所以这种补偿方式在工厂中应用非常普遍。

低压电容器柜一般可安装在低压配电室内,与低压配电屏并列装设;只在电容器柜较多时才需考虑单设一房间。

图 15-17 是低压集中补偿的电容器组接线图。这种低压电容器组,都采用 Δ 联结,通常利用 220V、15~25W 的白炽灯的灯丝电阻来放电(也有用专用的放电电阻来放电的),这些放电白炽灯同时也作为电容器组正常运行的指示灯。

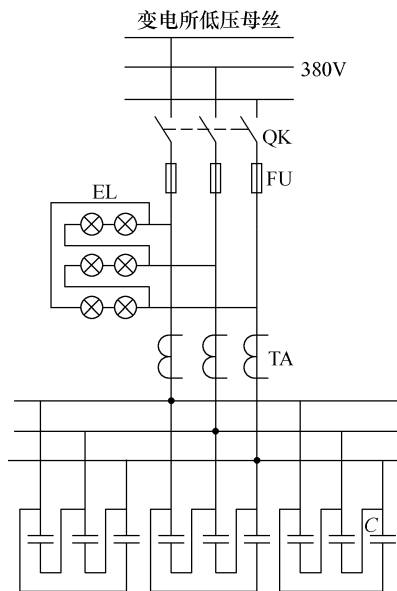


图 15-17 电容低压集中补偿电路

18. 单独就地补偿电容电路

单独就地补偿,又叫个体补偿或分补偿。是将并联电容器组装在需要进行无功补偿的各个用电设备旁边。这种补偿方式能够补偿安装部位以前的所有高低压线路和变压器中的无功功率,所以其补偿范围最大,补偿效果最好,应予优先采用。但是这种补偿方式总的投资较大,且电容器组在被补偿的用电设备停止工作时,它也将一并被切除,因此其利用率较低。这种单独就地补偿方式特别适于负荷平稳、经常运转而容量又大的设备,如大型感应电动机、高频电炉等采用,也适用于容量虽小但数量多且长时间稳定运行的设备(如荧光灯)等采用。对于供电系统中高压侧和低压侧基本无功功率的补偿,仍宜采用高压集中补偿和低压集中补偿的方式。

图 15-18 是直接接在感应电动机旁的单独就地补偿的低压电容器组接线图。这种电容器组通常就利用用电设备本身的绕组电阻来放电。

在工厂供电系统中,实际上多是综合应用上述各种补偿方式,以求经济合理地达到总的无功补偿要求,使工厂电源进线处在最大负荷时的功率因数不低于规定值,高压进线时一般不得低于 0.9。

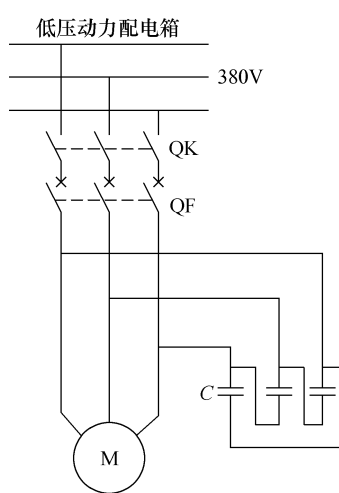


图 15-18 单独就地补偿电容电路

19. 24h 自动投切电容器控制电路

这种控制方法是根据系统全天 24h 无功负荷的变化曲线,按时间程序投入(或切断)部分或全部补偿电容器。这种方法,控制设备简单,操作方便,又可以防止无功功率倒送向电网。但由于这种控制方式是以时间作为调节依据,所以仅适用于负荷比较稳定、无功负荷变化有规律的情况。

图 15-19 就是一个按昼夜时间自动投切电容器的控制原理图。该控制装置通过转换开关 5A 可进行手动控制,也可进行自动控制。现将其自动投切过程简单分析如下:

当电钟触点闭合时,操作电源经转换开关、电钟触点、合闸线圈的常闭触点、YO 接通合闸时间继电器 1KT,1KT 的常开触点经延时 Δt 后闭合,这时,合闸线圈 YO 通电,将补偿电容器投入电网运行。之后,电钟触点断开,完成投入电容器过程。

当电钟到达规定切除时间,触点闭合,跳闸时间继电器 2KT 的线圈通电,其常开触点经延时 Δt 后闭合,操作电源经转换开关、跳闸延时继电器的触点、合闸线圈的触点 m 使跳闸线圈 YR 通电,这时,串在

合闸线圈 YO 支路的常闭触点断开，合闸线圈失电，即把电容器从电网中切断。

若系统处于故障情况下，要求断开补偿电容器，则继电保护部分接通，使中间继电器线圈通电，这样，KM 的常开触点闭合，使跳闸线圈 YR 通电，将补偿电容器从电网中切断。

这种采用电钟控制的静电电容器自动投切装置简单可靠，不需要贵重的设备，价格低廉，因此，在工厂供电系统中有着实际推广的意义。

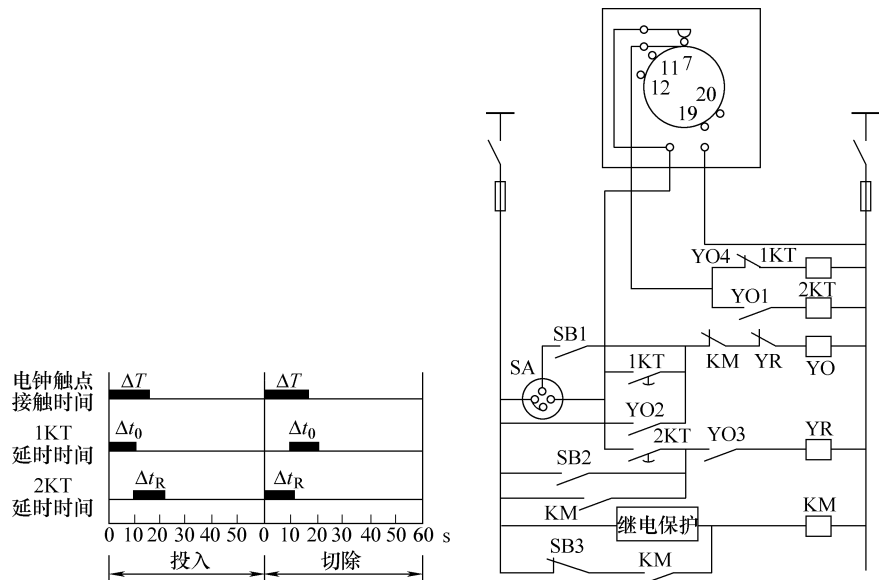


图 15-19 24h 自动投切电容器控制电路

20. 检测功率因数自动投切电容器原理电路

图 15-20 是按功率因数投切电容器的原理框图，如图 15-20 所示。当电网功率因数滞后时，检相器发出信号，使投入延时放大器动作，K1 向步进选择器发出投入信号，KM 投入一组电容器，当电网功率因数超前时，使切除延时放大器动作，K2 向步进选择器发出切除信号，切除一组电容器。这是目前国内外被广泛应用的一种方法，它是根据电网功率因数的变化投切电容器，使系统功率因数经常处于最佳值。这种方法的投入部分，近年来已由机械电气方式逐步改变为电子计数，采用电子逻辑元件，向无触点化发展。

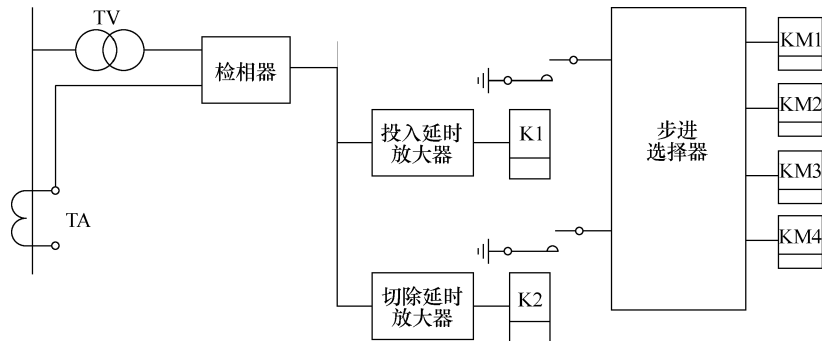


图 15-20 检测功率因数自动投切电容器原理框图

综上所述分析，自动补偿装置的控制方式是多种多样的。然而由于这种静态补偿是调节系统总的平均功率因数，所以，在工厂供电系统中，操作简便，价格低廉的自动补偿装置更具有其实用意义。根据目前运行的情况来看，应用最广泛的是按时间原则和按电压原则两类。

例如，美国按时间原则调整的系统约为 45%，按电压调整的系统为 40%，两者合起来即占整个调节系

统的 85% 以上。

电力系统的调度中心，对本系统的用户，特别是大型用户的无功补偿要求，应从全系统的全局出发进行调节。这种方法简单可靠，经济效益高，甚至在某些已经实现了远动的工厂供电系统集中补偿装置中，也采用这种方法代替自动调节。例如，美国用这种方式进行调节的补偿电容器约占总安装容量的 40% 以上。容量接近 2000kvar 的工厂，由系统控制调度的约占 50%，更大容量的电容补偿装置（10000kvar）甚至达到 67.5%。目前，这种方式发展方向为用电子逻辑元件，向无触点化发展。

21. 高压线路二次回路接线图

图 15-21 是用中断线来表示二次回路导线连接的一条高压线路二次回路接线图。

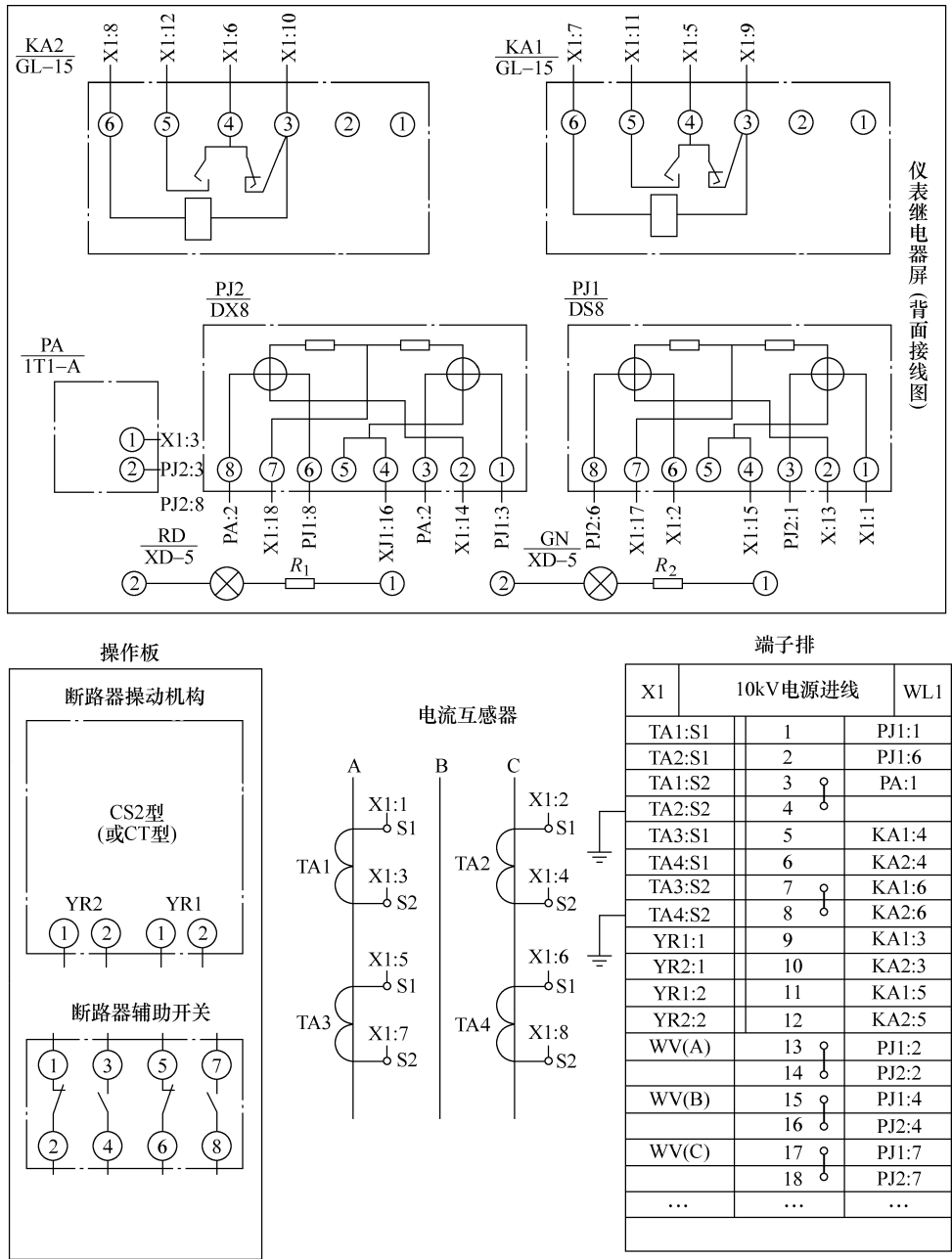


图 15-21 高压线路二次回路接线图

22. 高压线路二次回路的展开式原理电路

为了阅读方便，另绘出二次回路的展开式原理电路图，如图 15-22 所示，供对照参考。

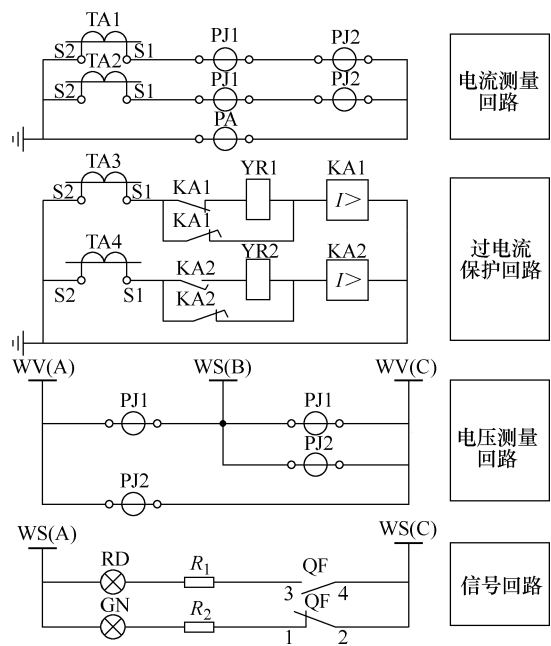


图 15-22 高压线路二次回路的展开式原理电路图

第 16 章 照 明 电 路

1. 一灯一开照明电路

(1) 白炽灯的结构 白炽灯可分成普通插口式和螺口式。普通的白炽灯的基本结构由灯丝、支架、引线、泡壳和灯头等几部分组成。白炽灯、附件和电路如图 16-1 所示。

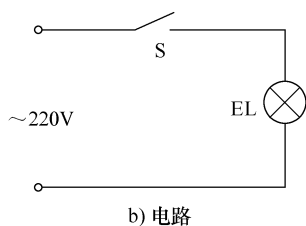


图 16-1 一灯一开照明电路

(2) 白炽灯电路 电路原理图如图 16-2 所示的为白炽灯常用照明电路，采用一灯一开关的连线方式。

2. 两个白炽灯串联照明电路

在生活小区的家属楼内，用两个白炽灯 EL1 和 EL2 串联起来使用。根据串联分压原理，每个白炽灯电压为 110V，每个白炽灯虽然暗一些，但使用寿命较长，常用于走廊灯，如图 16-2 所示。

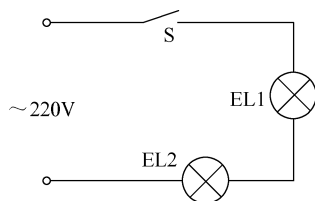


图 16-2 两个白炽灯串联照明电路

3. 两灯一开关白炽灯并联照明电路

根据生活照明需要，有时将两个白炽灯并联，用一个开关控制，如图 16-3 所示。

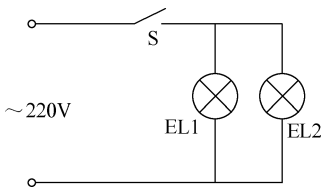


图 16-3 两灯一开关白炽灯并联照明电路

4. 白炽灯降压电路

在电路中加入一个二极管或电容，利用二极管的单向导电性，交流电只有半个周期通过，节省了电能。电容不是耗能元件，但有降压作用，可使功率几十瓦的白炽灯降至几瓦，如图 16-4 所示。

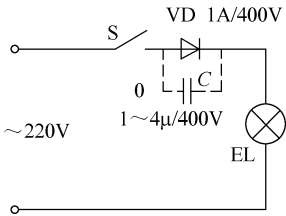


图 16-4 白炽灯降压电路

5. 白炽灯调光电路

白炽灯的调光方法很多，最简单的调光方法是一般白炽灯的亮度可采用电感、电阻、电容、晶闸管等元件，通过改变供电电压来调节，特别用电容器降压调光最为简便经济，因为电容器基本不消耗电能，且有利于电网功率因数的提高。

另外，功率较小的白炽灯一般寿命都较短，如果采用大功率灯泡在其电路中串接电容降压，不仅可使白炽灯功率减小，还可自选出几种小功率等级的白炽灯，且能使白炽灯寿命比原来延长 2~3 倍。

调光电路如图 16-5 所示，S1 支路和电阻 R 串联降压，可以改变白炽灯的亮度。S2 支路串接一个耐压 400V 的二极管，降低电源电压的一半，来降低白炽灯的亮度。

如白炽灯使用 100W 的，当开关 S3 合上时，在 100W 白炽灯电路中串联了 4μF 电容器，其降压后便能发出 15W 的灯光。当合上 S4 时，电路直通连接，白炽灯为 100W。

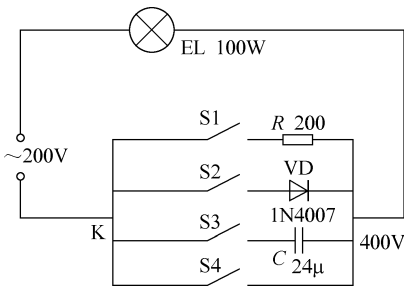


图 16-5 白炽灯调光电路

6. 单管荧光灯照明电路

(1) 荧光灯的结构 荧光灯是利用气体放电原理制成的，气体放电可以产生光。荧光灯是由灯管、镇流器、启动器以及为了提高功率因数而配套使用的电容器组成的，如图 16-6 所示。

荧光灯管是一支细长的圆形玻璃管，内壁涂白色荧光粉，不同配方的荧光粉，能发不同颜色的光线。灯管两端分别装有灯头和钨丝，灯丝两端分别与两根金属插脚连接，与 220V 电源相接。

荧光灯管的规格以额定功率表示，分为 4、6、8、15、20、40、100W。荧光灯发光必须满足两个条件：其一，灯丝必须预热达到辐射电子的状态；其二，灯丝两端加上一定的高压。镇流器结构由线圈套在铁心上构成。它与灯串联，在电路中起稳流作用，产生 800~1500V 的反电动势。

启动器由辉光放电管（氖泡）、电容器和一个起保护作用的罩壳（铝或塑料）构成。充入氖气的小玻璃泡里装有一对电极（触片），其中一个固定的静触片，另一个是双金属片制成的 U 形触片。启动器的作

用相当于一个断路器。

电容器的作用是减弱触点断开时产生的电火花。它与镇流器组成振荡器，可以延迟预热时间，有利于荧光灯的启动。

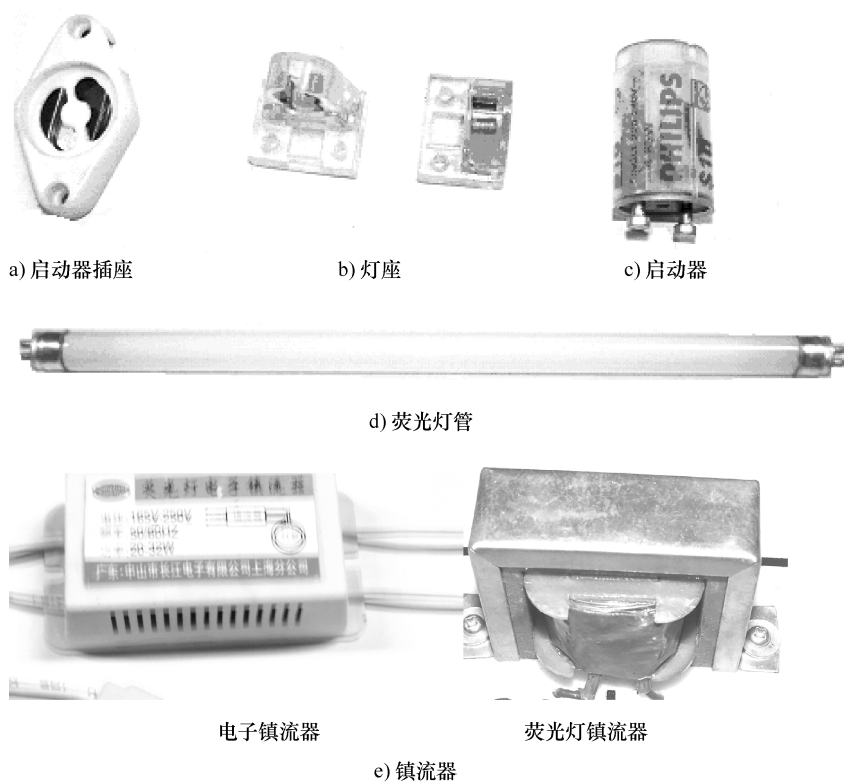


图 16-6 荧光灯的结构

(2) 单管荧光灯电路 单管荧光灯电路如图 16-7 所示。

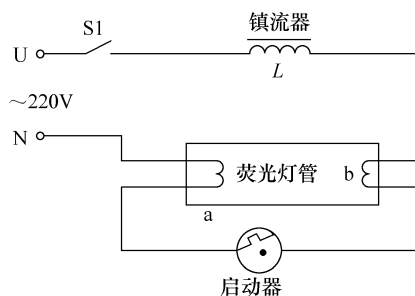
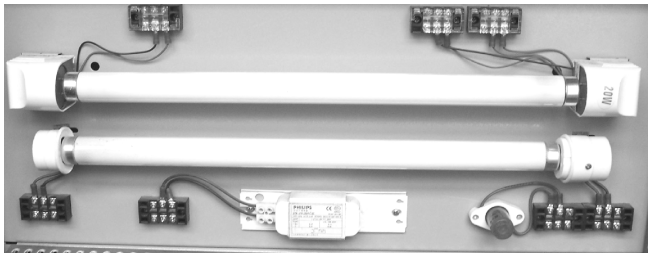


图 16-7 单管荧光灯原理图

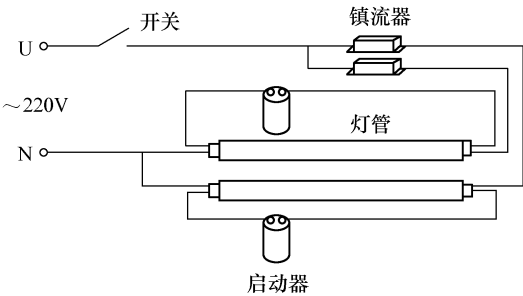
7. 双管荧光灯照明电路

双管荧光灯照明电路如图 16-8 所示。在某些场合需要提高亮度，单管灯不能满足照明要求时，采用双管灯照明。双管灯的安装实物如图 16-8a 所示。

双管荧光灯照明电路是两个单管灯电路的组合，如图 16-8b 所示。



a) 双管荧光灯



b) 照明电路

图 16-8 双管荧光灯照明电路

8. 三管荧光灯照明电路

三管荧光灯电路实际上是单管荧光灯电路的并联集合，不同之处是它用一只总开关控制各支单管荧光灯的电源。镇流器、启动器、灯管和灯座的选用应与单管荧光灯相匹配，只要接线正确，接通电源后灯管就能点亮。为了保证一次安装成功，可先将每盏灯点亮安装好，最后完成总装配。与单管荧光灯电路不同的是，要按实际消耗功率选用熔断器和电源开关。

三管荧光灯电路如图 16-9 所示。同样的道理，可扩充到多管。

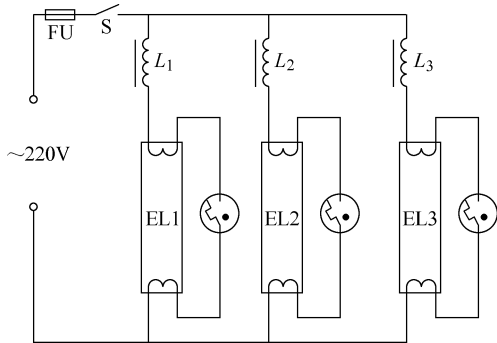


图 16-9 三管荧光灯电路

9. 荧光灯直流启动电路

在如图 16-10 中加上一个整流二极管 VD，可使交流电变为脉动的直流电，镇流器线圈对直流电呈低阻状态，有利于荧光灯的启动。如果在启动器两端并联一个电容，则可提高启动器的电压。

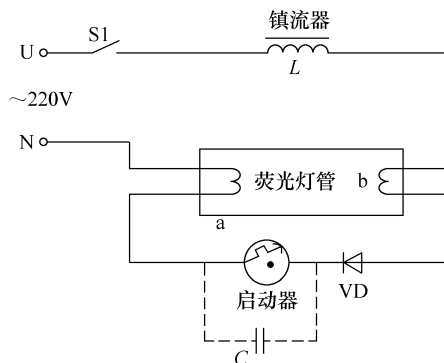


图 16-10 荧光灯直流启动电路

10. 荧光灯调光电路

在日常生活中，根据不同的时段，需要对荧光灯等进行调光控制。如人逢喜事，节假日、生日，希望灯光明亮；而在休息、观赏电视、照料婴儿时，则不需要太明亮的灯光。为了实现这种要求，可使用调光器调节灯光的亮度。图 16-11 是荧光灯调光线路。启动前应把亮度调至最大，以保证正常启动，启动后再把亮度调到需要的大小。VD1~VD4 可选用 5A/400V 任何型号的整流二极管。

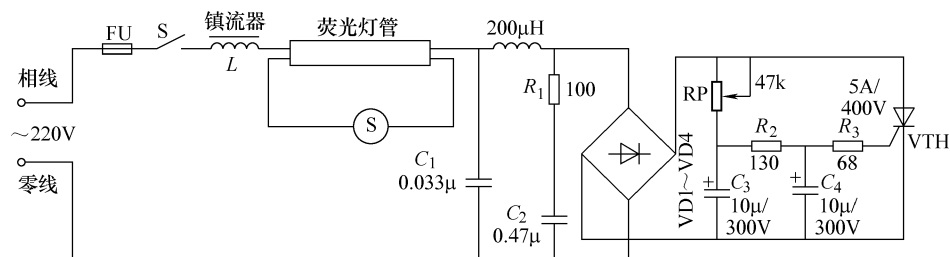


图 16-11 荧光灯调光电路

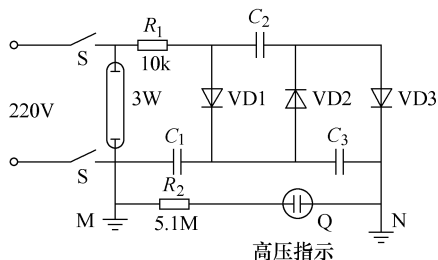
11. 家用灭除蚊蝇灯电路

灭蝇灯是宾馆、饭店、家庭常用的消灭蚊蝇的有效工具，如图 16-12a 所示。

电路采用二极管倍压整流的方式，产生很高的电压。当蚊蝇见光亮，扑向灭蝇灯的时候，被高压打死，如图 16-12b 所示。



a) 灭蝇灯外形实物图



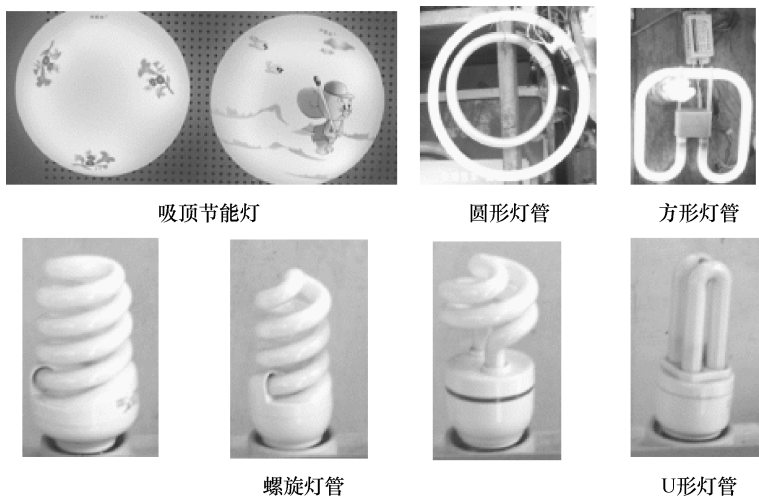
b) 电路图

图 16-12 灭蚊灯外形与电路图

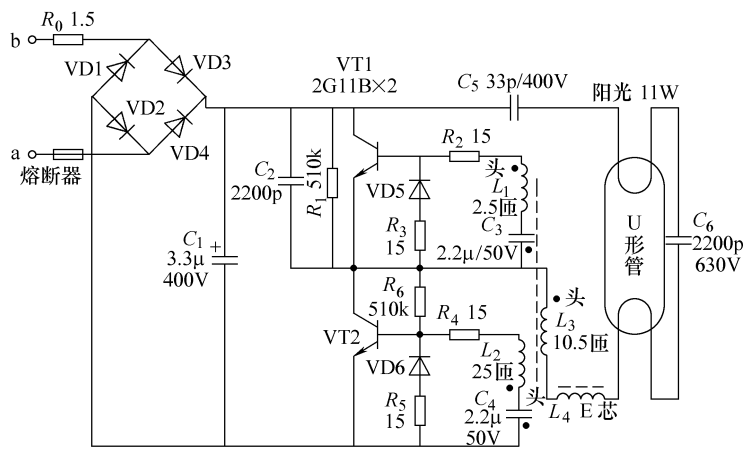
12. 节能灯电路

节能灯从结构上分为紧凑型自镇流式、单端式；从外形上分有双管型、四管型、六管型及圆环管等多种类型。节能灯的寿命是普通白炽灯的 10 倍，功率是普通灯泡的 5~8 倍（一只 15W 的三基色节能灯亮度相当于一只 100W 的白炽灯），节能灯比普通白炽灯节电 80%，发热也只有普通灯泡的 1/5。节能灯可以代替白炽灯，节约能源，有利于环境保护。节能灯的实物外形如图 16-13a 所示。电路如图 16-13b 所示。

吸顶灯光照整个空间，暗区少，光照均匀度高，给人以良好的心理作用，不受空间及其他物体的影响，适用于卧室、楼道、门厅等场所。
节能灯安装方法同吸顶组合花灯。



a) 节能灯实物外形图



b) 节能灯电路

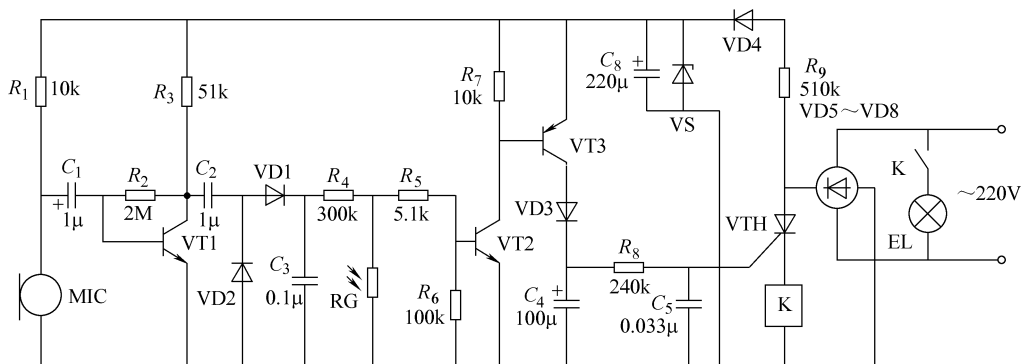
图 16-13 节能灯的实物外形与电路

13. 声控灯电路

本节介绍的声控灯，在白天或光线较亮时，节电开关是关闭状态，灯不亮。夜间或光线较暗时，节电开关是预备工作状态。当有人经过该开关附近时，脚步声、说话声、拍手声等均可把节电开关起动，灯亮，延时 40~50s 后，节电开关自动关闭，灯灭。声控灯如图 16-14a 所示，参考电路如图 16-14b 所示。



a) 声控灯



b) 电路

图 16-14 声音控制电路

(1) 工作原理 声控节电开关电路由传声器 BM、声音信号放大、半波整流、光控、电子开关、延时和交流开关 7 部分电路组成。传声器和 VT1、 $R_1 \sim R_3$ 、 C_1 组成声音放大电路。为了获得较高的灵敏度，VT1 的 β 值应选用大于 100 的，传声器也选用灵敏度高的。 R_3 不宜过小，否则电路容易产生间歇振荡。 C_2 、VD1 和 VD2、 C_3 构成整流电路，把声音信号变成直流控制电压。 R_4 、 R_5 和光敏电阻 RG 组成光控电路。当光照射在 RG 上时，其阻值变小，直流控制电压衰减很大，VT2 截止。VT2、VT3 和 R_7 、VD3 组成电子开关。平时，即有光照时，VT2、VT3 截止， C_4 上无电压，单向晶闸管 VTH 截止，灯泡 EL 不亮。在 VTH 截止时，直流高压经 R_9 、VD4 降压后加到 C_6 上端，对 C_6 充电，当充到 12V 后，VS 击穿，确保 C_6 上的电压不超过 15V。

当没有光照射到 RG 上时，RG 阻值很大，对直流控制电压衰减很小，VT2、VT3 导通，VD3 也导通， C_4 、 C_5 开始充电，电压徐徐上升。 R_8 、 C_4 和单向晶闸管 VTH 组成延时与交流开关。 C_4 通过 R_8 将直流触发电压加到 VTH 控制门极，VTH 导通，继电器线圈 k 得电，串在 EL 支路的继电器常开触点 K 接通，灯泡 EL 点亮。灯泡点亮的时间长短由 C_4 、 R_8 的参数决定，按电路图所给出的元器件数值，在灯泡点亮约 40s 后，VTH 截止，灯熄灭。 C_5 为抗干扰电容，用于消除灯泡发光抖动现象。

(2) 元器件选择 VT1、VT2 均选用 9014 晶体管，VT3 选用 9012 晶体管，其中 VT1 要选用 $\beta > 100$ 。VTH 选用 100-8 单向晶闸管。VD1~VD3 选用 1N4148 二极管，VD4 选用 1N4001 二极管，VD5~VD8 选用 1N4004 二极管。传声器要选用灵敏度高的，其他元器件如图 16-14 所示。

(3) 安装与调试 所有元件焊接安装在一块印制电路板上，然后装入一个绝缘小盒里，光敏电阻需安装在外壳上光线容易照到的地方。本装置只要元件选择正确，焊接无误，一般即可正常工作。若出现开关启动后不能完全熄灭，可将一只电容（容量为 470pF）并接在 R_3 上（印制电路板上预先应留下此位置）即可消除。若出现间歇振荡，可将 C_2 换成 0.33 μ F 电容，或将 R_6 减小到 47k Ω 左右即可消除。由于电路直接与市电连接，所以调试与使用时要小心，防止触电。使用时应注意：由于此开关负载功率最大为 100W，不能超载，灯泡不能短路，接线时要关闭电源或将灯泡先去掉，接好开关后再闭合电源或装上灯泡。

14. 光控灯电路

(1) 工作原理 电路如图 16-15 所示, 220V 交流电压经电容 C_1 降压、整流桥堆 UR 进行全波整流、电容 C_2 滤波、稳压二极管稳压后变成直流电压。

光敏电阻 RG 白天电阻很小, 向电容 C_3 充电的脉冲信号很小, 无法触发晶闸管导通, 灯泡 EL 回路不通, 灯泡 EL 不亮; 夜幕降临时, 光敏电阻的暗阻很大, 向电容 C_3 充电脉冲信号很大, 可以触发晶闸管的门极, 使晶闸管导通, 这时继电器线圈得电, 串在灯泡 EL 回路的继电器常开触点接通, 则灯泡 EL 点亮。

调节电位器 RP 可以调节给门极的触发信号的大小, 就调节了晶闸管的导通角, 从而控制了灯泡的亮度。

(2) 元件选择 整流桥堆选用 1A/400V 的, 晶闸管选用 $\mu A431$ 、1A/400V 的单向晶闸管均可。继电器选用 JZX-2F 型, EL 选用交流电压 220V。其他元件型号参数如图 16-15 所示。

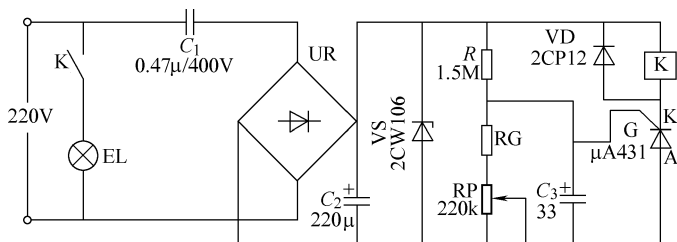


图 16-15 家用光控台灯电路

15. 晶闸管调光灯电路

图 16-16 所示是一种简单的晶闸管调光灯线路。将电路中电位器 RP 的阻值调小时, 就可使晶闸管的导通角增大, 输出电压增大, 灯光亮度增强; 反之, 阻值调大时, 晶闸管的导通角减小, 输出电压减小, 灯光亮度减弱。它还可用于电热器 (如中频炉等) 加热温度的调节。

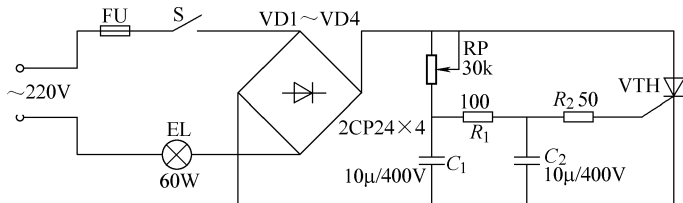


图 16-16 晶闸管调光灯电路

16. 组合花灯照明电路

本例介绍的吊灯控制电路, 可分别控制吊灯三组灯泡的工作状态, 使三路灯泡同时点亮或分别独自点亮、独自熄灭。

电路工作原理: 该吊灯控制器电路由电源电路、触发控制电路和控制执行电路组成, 如图 16-17 所示电路中, 电源电路由降压电容器 C_4 、泄放电阻器 R_6 、稳压二极管 VS、整流二极管 VD 和滤波电容器 C_3 组成; 触发控制电路由控制按钮 S、计数器集成路 IC、电阻器 R_1 、 R_5 和电容器 C_1 、 C_2 组成; 控制执行电路由电阻器 $R_7 \sim R_9$ 和晶闸管 VTH1、VTH3 组成。交流 220V 电压经 C_4 降压、VS 稳压、VD 整流及 C_3 滤波后, 为 IC 提供 9V 直流电压。

IC 在通电后清零复位, 其输出端 (⑥脚、⑤脚、④脚和③脚) 均输出低电平, 使晶闸管 VTH1、VTH3 均截止, 三组灯泡 (EL1、EL2、EL3) 均不亮。

连续按动 S 时, IC 的①脚将不断输入正脉冲信号, 其输出端 (⑥脚、⑤脚、④脚和③脚) 将按二进制 0001~1000 (0 为低电平, 1 为高电平) 的顺序输出。IC 的③脚、④脚、⑤脚分别通过 R_9 、 R_8 、 R_7 与

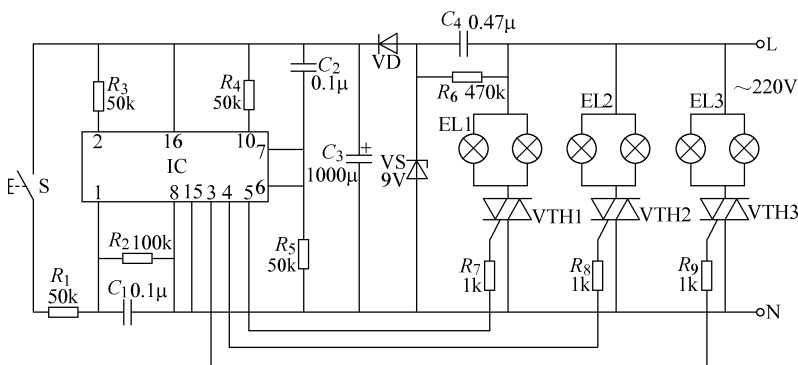
VT3、VT2、VT1 的门极相接，当 IC 的某一输出端输出高电平时，受该输出端控制的晶闸管将导通。即 IC 的③脚输出高电平时，VTH3 受触发而导通，第 3 路灯泡 EL3 点亮；IC 的④脚输出高电平时，VTH2 导通，第 2 路灯泡 EL2 点亮；IC 的⑤脚输出高电平时，VTH1 导通，第 1 路灯泡 EL1 点亮。

IC 的⑥脚与⑦脚（复位端）相连，当⑥脚输出高电平时，IC 复位，其各输出端均变为低电平，此时 VTH1~VTH3 均截止，3 路灯泡均熄灭。

3 路灯泡共有 7 种组合状态，除能分别独自点亮或独自熄灭外，3 路灯泡还可以同时点亮。



a) 组合灯实物图



b) 电路

图 16-17 组合灯具照明电路

17. 触摸台灯电路

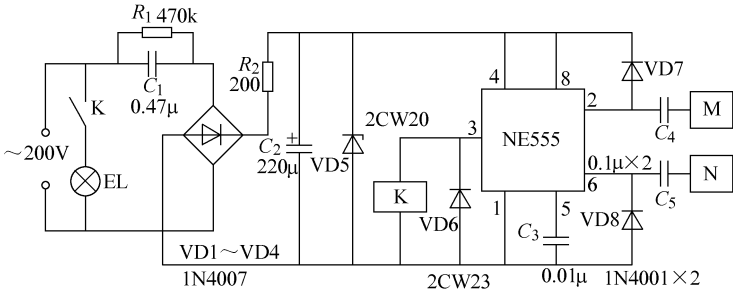
(1) 工作原理 触摸台灯的外形和电路如图 16-18a~b 所示。电路左边部分是电源电路，220V 市电经电容 C_1 降压、VD1~VD4 整流、 C_2 滤波、VD5 稳压后，输出 10V 直流电压。集成块 IC 为 555 时基电路，接成双稳态工作方式，当触摸 A 片电线时，人体感应的杂波信号经电容 C_4 耦合进电路，由 VD6 整流后，IC 的②脚得到负压，③脚输出一高电平，继电器 K 吸动，其触点 K 闭合，接通台灯电源，台灯亮；当触摸 N 电极时，人体感应的杂波信号经 VD7 整流，于是⑥脚得到一个正电压，③脚输出低电平，继电器 K 释放，其触点 K 断开台灯电源电路，台灯就不亮了。

(2) 元件选择 图 16-18b 中，VD6、VD7 用一般点接触二极管，继电器用 JRX-13F，线包电阻约为 300Ω，灯泡可根据需要选择容量大小，但应考虑 K 的接点容量，IC 用 NE555。

(3) 制作 安装时，印制板隐藏在台灯底座里，电极 M、N 片用镀铬铜皮代替，镶嵌在有机玻璃板里，或用金属小动物、小玩具等作电极也行。因触发②脚很灵敏，所以电 M 应远离交流电源线 2，电路一般不用调整就能工作。使用时， C_1 应接电源的火线端，如图 16-18b 所示。



a) 外形



b) 电路

图 16-18 触摸台灯电路

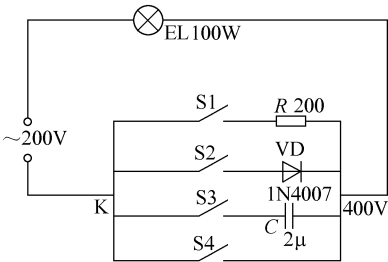
18. 调光台灯电路

台灯是一种局部照明的灯具，是书房学习照明的首选。台灯分为书写台灯、调光台灯和工艺台灯。

调光台灯，可以根据需要，改变灯泡的亮度，用于保护视力，节约电能。图 16-19a 所示为实物图，图 16-19b 所示为调光电路图。



a) 实物图



b) 电路

图 16-19 调光台灯

调光电路中 S1 支路和电阻 R 串联降压，可以改变灯泡的亮度。S2 支路串接一个耐压 400V 的二极管，

降低电源电压的一半，来降低灯泡的亮度。

如灯泡使用 100W 的，当开关 S3 合上时，在 100W 白炽灯电路中串联了 $4\mu\text{F}$ 电容器，其降压后便能发出 15W 的灯光；当合上 S4 时，电路直通连接，灯泡为 100W。

19. 壁灯电路

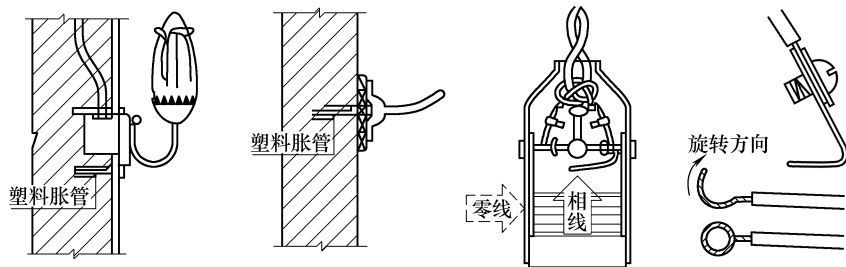
(1) 壁灯的类型 壁灯的种类繁多，如有床头灯、镜前灯、楼道装饰壁灯和室内各式艺术壁灯等。床头灯有单节单摇或双摇床头壁灯、双节单摇或双摇床头壁灯，置于装饰床头壁面，并具有与室内主照明相互呼应的功能，再配以落地灯和台灯，可提高房间的和谐情调和梦幻气息，照亮墙上所挂的各种饰物，增添壁面美妙，造就出完美温馨的生活空间。摇床头壁灯一般安装于床头两侧的墙上，双摇床头壁灯则安装于床头正中，安装高度为 1.2m。装设双节单摇或双摇床头壁灯，可根据需要改变灯具位置，便于睡前阅报、看书等。镜前灯横装于镜子或壁画上方，作局部照明的灯具，它可以改变光照方向。楼道装饰壁灯有玉兰型、笙型、扇型、仿古木饰灯、入风景画透光面罩装饰壁灯。室内则有各式艺术造型及铁艺装饰灯，以使室内空间环境的光效配置、气氛调节等与室内装修效果更加和谐统一。

(2) 壁灯的配线方式 壁灯的线路也有明、暗配线方式，暗配线时，应根据壁灯的安装部位，配合土建施工，在砖墙（或浇注混凝土）时，及时埋设线管和灯头盒，在土建室内粉刷等装修基本完成时，再进行线管内穿线和安装室内灯具。壁灯安装多采用膨胀螺栓固定，即应根据壁灯的安装高度和底座安装尺寸，先在墙面上确定固定点，用冲击钻在固定点上打孔，再放入合适规格的塑料胀管，在接到盒内按要求将电源线连接好，最后用螺钉固定壁灯底座、底座法兰装饰面罩和灯罩等，外形如图 16-20a 所示。

壁灯安装在墙上或门柱上，属于辅助照明，或作装饰用。一般安装高度较低，常用小功率灯具，其安装方法如图 16-20b 所示。壁灯电路通于一般白炽灯照明电路。



a) 外形



灯头接线及导线连接

b) 安装方法

图 16-20 壁灯的外形与安装方法

20. 落地灯电路

如图 16-21 所示的是落地灯，主要用于客厅内，供读书看报之用，同时也是一种装饰品。落地灯电路与普通白炽灯电路一样，只是外观和使用场合不同而已。



图 16-21 落地灯

落地灯无需用户安装，组装起来之后，将自带插头插入三孔插座内即可。

21. 吊灯电路

本例介绍的吊灯控制电路为二线制控制方式，控制电路安装在吊灯的装饰内，使用时，通过吊灯的电源开关即可控制吊灯内灯泡的点亮数量，从而改变吊灯的发光亮度，如图 16-22 所示。



a) 链吊式



b) 多种形式的吊灯

图 16-22 吊灯

(1) 电路组成 该吊灯控制电路由电源电路和触发控制电路组成,如图 16-23 所示。

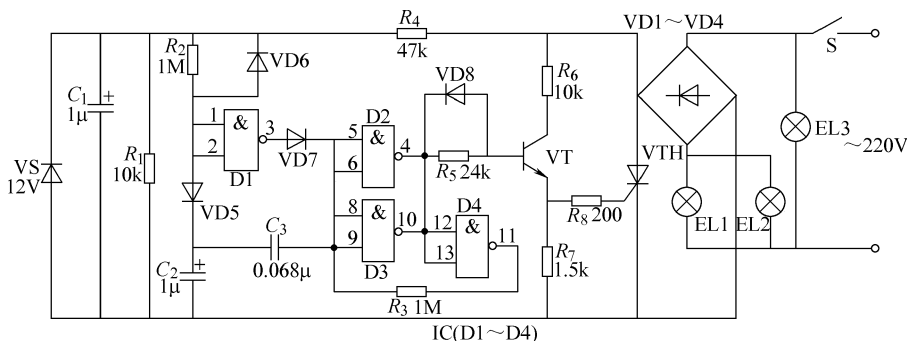


图 16-23 吊灯控制电路

电路中,电源电路由电源开关 S、整流二极管 VD1~VD4、限流电阻器 R_4 、放电电阻器 R_1 、滤波电容器 C_1 和稳压二极管 VS 组成;触发控制电路由四与非门集成电路 IC (D1~D4)、二极管 VD1~VD4、电阻器 $R_2 \sim R_8$ 、电容器 C_2 、 C_3 、晶体管 VT 和晶闸管 VTH 等组成。

(2) 开关接通状态 接通开关 S 后,交流 220V 电压一路经 S 加在第 3 组照明灯 EL3 上,将 EL3 点亮;另一路经 VD1~VD4 整流、 R_4 限流降压、 C_1 滤波及 VS 稳压后,产生 +12V 电压。+12V 电压除作为 IC 的工作电源外,还经 R_2 和 VD5 对 C_2 充电。在 +12V 电压刚产生时,由于 C_2 两端电压不能突变,与非门 D1 的输入端 (IC 的①、②脚) 为低电平,其输出端 (IC 的③脚) 的高电平经 VD7 对 C_3 充电,使与非门 D2 和 D3 的输出端 (IC 的④脚和⑩脚) 为低电平,VT 和 VTH 不导通,第 1 组照明灯 EL1 和第 2 组照明灯 EL2 不亮。

(3) 开关断开又接通状态 将 S 关闭后再立即接通时,在断电的短暂时间内, C_1 上储存的电荷经 R_1 快速泄放掉,但 C_2 上所储存能的电荷仍保持不变,再次通电后, +12V 电压经 R_2 和 VD5 对 C_3 充电,使 C_3 的充电极性改变 (由左负右正改变为左正右负),与非门 D2 和 D3 的输入端 (IC 的⑤、⑥脚和⑧、⑨脚) 由高电平变为低电平,输出端变为高电平,使 VT1 导通,VT1 发射极输出的高电平又使 VT 受触发而导通,EL1~EL3 全部点亮。

22. 吸顶灯电路

该灯具为广东产环形荧光灯管。型号为 NTA-Y21X,额定电压 AC220V,输入功率 21W。按实物测绘出该灯电路图,供参考。

工作原理 通电后 220V 交流电经 VD1~VD4 桥式整流、电容 C_1 、 C_2 滤波 (C_1 、 C_2 每个电容充有约 155V 的直流电压, C_1 、 C_2 串联叠加电压约为 310V)。由于 C_5 通电时两端电压为零,故 310V 电压便加在 VT2 的 c-e 极上,有电流流过 R_4 和 VT2 的 b、e 极,VT2 迅速导通。此时,流经灯管两端灯丝、 C_6 、电感 L 和高压变压器 T 的①~②端绕组的电流不断增大,在 T 的①、②端感应出电动势 (①端+,②端-),阻碍电流的增加;③、④端感应出电动势 (③端+,④端-),对 C_4 充电,增大 VT2 基极电流,VT2 迅速进入饱和导通。同时,⑤、⑥端感应出电动势 (⑤端+,⑥端-),对 C_3 反向充电,VT1 因加反向偏压而截止。

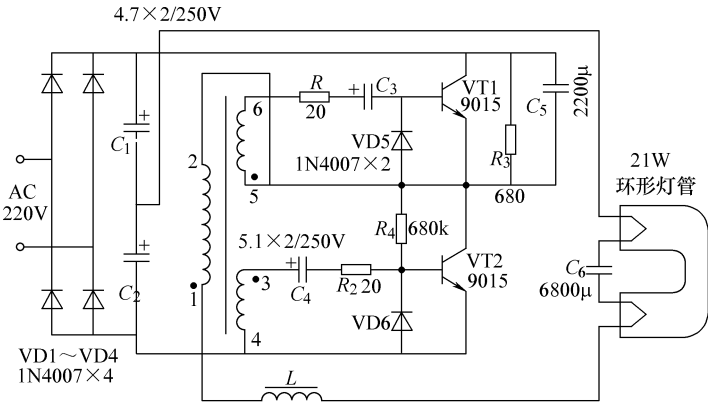
当①、②端的电流增加到最大时,其③、④端,⑤、⑥端感应电动势消失。此时由于 C_3 、 C_4 电容的放电,使 VT1 由截止变为导通,VT2 由导通变为截止,流过①~②绕组的电流迅速减小为零。而后,由 C_1 的正极流出的电流经 VT1 的 c-e 极,②-①绕组、电感 L、灯管两端灯丝与 C_6 流入 C_1 的负极,当流过①~②绕组电流迅速减小并呈反向增大的同时,①、②端又感应出反向感应电动势 (②端+,①端-),阻碍正向电流的减小和反向电流的增加,③、④端感应出电动势 (④端+,③端-),使 C_4 原来充的电压 (左端+,右端-) 相叠加,使 VT2 更加截止并迅速对 C_4 反向充电;而⑤、⑥端也感应反向电动势,与 C_3 原来充有的反向电压相叠加,使 VT1 迅速饱和导通并迅速对 C_3 正向充电。流过①~②绕组的反向电流又很快增加到最大。①、②端,③、④端,⑤、⑥端感应电动势消失。此时,由于 C_3 、 C_4 电容的放电,使 VT1 由导

通变为截止，VT2 由截止变为导通。

如此下去，VT1、VT2 周而复始轮流导通与截止（ C_3 、 C_4 被反复正向充电和反向充电），流过灯管两端灯丝和 C_6 的电流为高频交流电。若干个周期后，灯管两端灯丝被加热发射电子， C_6 与 L 谐振产生的高压加在灯管两端，使灯管内气体电离导通，此时高频交流电便流过灯管使灯管发光。外形和电路如图 16-24 所示。



a) 吸顶灯的实物图



b) 吸顶灯照明电路

图 16-24 吸顶灯照明电路

23. 装饰灯电路

这是一种集照明、娱乐、观赏为一体的灯具，客厅、卧室均可实用，观赏灯有多种形式，如人物、山水、风景画等，如图 16-25 所示。观赏灯的安装非常简单，把已制作好的灯架固定在墙上即可。市售的灯具，附带有安装说明，一看就会。电路同于一般白炽灯。



图 16-25 观赏灯

24. 手提灯电路

手提式家用紧急备用灯是由手提式电筒和充电电源盒两部分组成,只要电网发生一秒钟以上的断电,紧急备用灯就会自动点亮。一般来说,充电一次可以使用几小时,充电是依靠其充电电源来向两节普通镍镉电池充电。

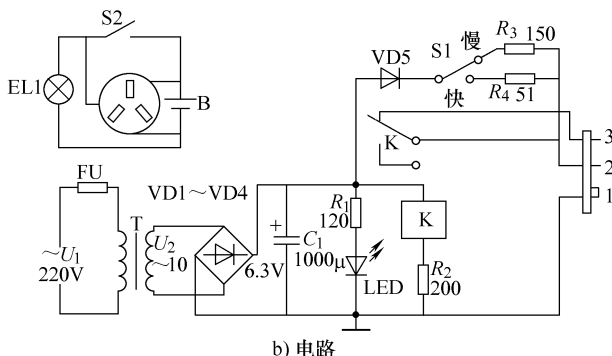
(1) 电路原理 手提式充电灯外形和电路如图 16-26 所示,由变压器 T、全波桥式整流及滤波电容 C_1 组成一个低压直流电源,为电池 B 提供充电电流。当接通电网电压时,发光二极管 LED 就会发光,电阻 R_1 是发光二极管的限流电阻。二极管 VD 阻止电池通过发光二极管 LED 形成放电回路,电池充电电流受到电阻 R_3 或 R_4 的限制。开关 S1 置于“慢”的位置时,经电阻 R_3 允许 33mA 电流流入电池,当开关 S1 置于“快”的位置时,经电阻提供 100mA 电流,使电池充电速度加快。

(2) 电源正常供电 直流电压也给继电器 K 线圈供电,串联一个电阻 R_2 ,用以降低线圈电流,使线圈保持较低的温升,电池 B 和灯泡 EL1 之间的通路由继电器触点开关控制,即当电源供电正常时,为电池充电状态(开关 S1 断开),没有电流流过灯泡 EL1。

(3) 交流电源断电 而当电源断电时,停止电池充电,继电器 K 的线圈电流被切断,其常闭触点开关闭合。形成电池 B 与灯泡 EL1 之间的通路,由电池向灯泡提供电流,灯泡自动点亮,作为紧急备用照明。



a) 实物



b) 电路

图 16-26 手提式充电灯电路

25. 自动应急照明灯电路

图 16-27 所示的自动应急照明灯电路,很适合家庭自己安装。因它所用元件较小,价格比较便宜。

当市电电网正常供电时,交流 220V 的市电电压经电容器 C_1 降压,再经二极管 VD1 的半波整流和电容器 C_2 的滤波后,以约 90mA 的脉冲电流给电池充电。与此同时,因为晶体管 VT1 的基极加上正偏压而处于导通状态,使 VT2 处于截止状态,灯泡 EL 不亮。一旦市电电网断电,晶体管 VT1 由导通变成截止,VT2 由截止变成导通,灯泡 EL 点亮。二极管 VD2 的作用是隔离电池和 VT1 的基极,保证市电一停,VT1 转向截止。市电恢复供电后,VT1 导通,EL 熄灭,电路复位。

图中的 EL 为 6.3V、0.15A 的小电珠,电池可用 4 节 1 号电池,也可用 6V 蓄电池。

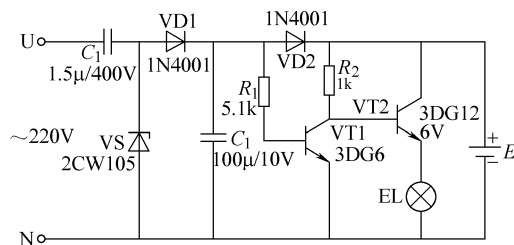


图 16-27 自动应急照明灯电路

26. 停电自动照明灯电路

这个停电自动照明灯对每个家庭来讲都是需要而又适宜的,因为在大城市的住宅内,也会经常遇到由于供电部门的特别需要、意外故障以及室内熔丝熔断等原因而造成停电。这里就向大家介绍一个这样的电子小装置。它只需花费 1~2 元钱和几个小时的时间就能装成。

(1) 电路工作原理 停电自动照明灯总共只需 12 个元件,电路如图 16-28 所示。它的工作原理很简

单。平时,电源插头 CT 总是插在有交流市电的插座上。没停电时,220V 市电经二极管 VD1 整流后,在滤波电容 C_1 两端得到约 310V 的直流电压,这个直流电压再加入到由电阻 R_1 和稳压二极管 VS2 所组成的降稳压电路上。使 VS2 两端输出约 7~9V 的稳定直流电压。由于极性是上正下负,因此通过 R_3 给 VT1 的基极加上反偏压。这样,VT1、VT2 都截止,没有电流流过停电照明灯 EL,因此平时 EL 不亮。

如果发生停电,CT 两端的市电消失, C_1 两端的直压也跟着消失,VT1 的反偏压自然也就不存在了。这时,电源通过 E_c 、 R_2 和 R_3 向 VT1 提供基极偏流,使 VT1、VT2 同时饱和导通。于是 E_c 几乎全部加到了 EL 上,因此 EL 发光,起到了停电自动照明的作用。

(2) 元件选用 电路中的 FU 是熔断器,作用是防备万一 C_1 或 VD1 意外击穿时所造成的市电线路被短路的现象。如果不用 FU,当 C_1 或 VD1 万一击穿时,将烧断住宅中电能表下的熔丝。安装停电自动照明灯装置的全部元件的型号及参数标在图 16-28 中。购买时要注意 VD1 和 C_1 的耐压性能,有条件时,VD1 可购反向耐压大于 700V 的二极管, C_1 可选耐压大于 500V 的电容,这样,装置将更为可靠。 E_c 用四节 2 号电池,一般情况下可用 1~2 年以上,如果停电很少发生或虽然经常发生,但停电时间很短,这时也可选用四节 5 号电池,一般也可用一年左右。

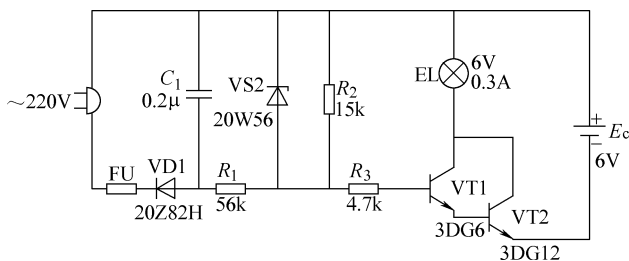


图 16-28 停电自动照明灯电路

27. 停电应急灯电路

在经常停电的地区,会给人们的工作和学习带来很多不便,尤其是学生们晚上做功课困难会更多,本节介绍的停电应急灯电路,平时可用市电照明,停电后通过晶体管超音频振荡器,用电池点亮 8W 荧光灯管,使用方便,省电。同时也消除了普通荧光灯的闪烁现象,减轻了眼睛的疲劳,有利于保护眼睛。

(1) 电路工作原理 电路如图 16-29 所示。从图上可以看出,逆变电路是变压器反馈的间歇振荡器。 R 提供 VT 的偏流, C_2 决定了电路的振荡频率, C_3 为防止灯管过早发黑而设置的隔直流电容。

(2) 元件选择 整个电路需用元件很少,晶体管 VT 可选用大功率晶体管 3DD15 类的晶体管, $\beta \geq 80$, R 选用 1/4W 的电阻, C_1 、 C_2 选用涤纶电容为好,阻容元件数值图上已标

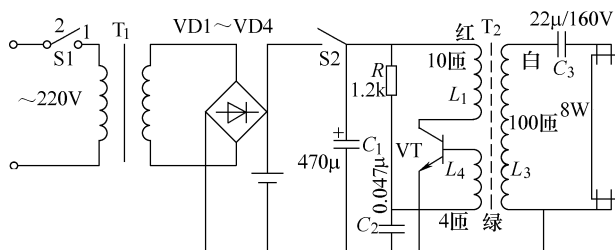


图 16-29 停电应急灯电路

出。电源变压器选用 10W、220V/6V 的即可。脉冲变压器选用市售成品,电池可选用 6V4AH 蓄电池,整流二极管用 1N4001 型或其他 ZCZ 型,但电流不小于 1A 的整流二极管。

(3) 安装与调试 逆变部分元件全部焊在印制电路板上。安装时注意,脉冲变压器的线头不要焊错,否则电路将不起振,而无法点燃荧光灯管。晶体管要加装散热片,可用 2mm 厚的铝板制成,面积不小于 30mm×40mm,并按位置打孔,焊接一定要可靠,以便为调试工作减少不必要的麻烦。电源和整流部分可另装到其他木制的或塑料盒子里,再用导线接到逆变电路板上。

电路只要焊接无误,元件合格,一般二次通电便可成功。通电前,在电源与印制板间串联一只直流电流表,也可用万用表直流电流挡。接通电源后,电流表指示不超过 0.6A,可以通过增减 R 的数值达到上述要求。如果不起振,应检查晶体管是否损坏, β 值是否达到要求,或者脉冲变压器线头是否焊错(可把脉冲变压器一次侧任一组线圈调换一下线头即可)。

把原来台灯座里的镇流器卸掉不用,装上调试好的电路板,输出的两条引线接到灯管两端的管脚上,开关 S2 仍用原台灯的开关。电源部分可放在写字台下边安全的地方,安装工作便全部结束。

经试验,该电路还可点亮 12W 荧光灯,成功率 100%。本电路装的荧光灯,也可用于流动工作的场

所,如野外作业,地质勘探,夏令营活动等,只要携带蓄电池和灯具就可以了。

使用蓄电池要注意不要过度放电,以免损坏蓄电池。当电池电压下降到 5.4V 时,应停用,立即充电。也可白天小电流充电,晚上使用。一般电池充满,可连续使用 6h 左右,充电和放电可用开关 S1 控制, S1 拨到 1 位为充电状态,拨到 2 位为放电状态。

28. 多点控制走廊灯电路

电路如图 16-30 所示。控制按钮开关 SB1~SB4 可安装在走廊不同位置,只要按动 SB1~SB4 任意一只按钮,照明灯 EL 马上点亮,同时经变压器减压、整流滤波,给 555 集成电路供电。555 集成电路第②、⑥脚所连接 $220\mu\text{F}$ 电容器上初始电压为零,于是 555 集成电路第③脚输出高电平,继电器 K 吸动,使常开触点 K 闭合,整个电路进入定时自锁状态。此后电源对 555 集成电路第②、⑥脚上的电容器充电,电压上升。当电容器充电约 $2/3$ 直流电源电压时为定时时间,约需 3min,此时 555 集成电路第③脚输出翻转为低电平,于是 K 释放,触点开关 K 自动断开,电灯 EL 熄灭。只需再按动 SB1~SB4 中任意一只按钮,又会重新定时,开启电灯。

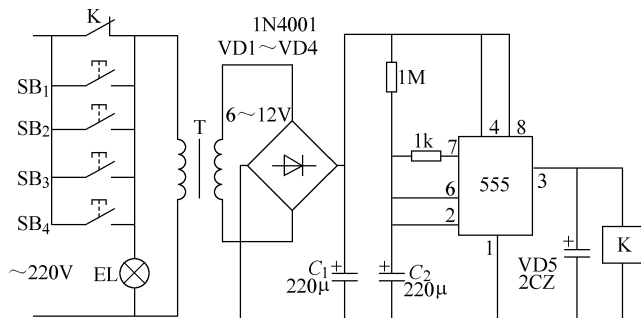


图 16-30 多点控制走廊灯电路

29. 多个开关控制一盏灯电路

图 16-31a 中, S1、S2 是单刀双投开关,开关在图中位置时,电灯点亮。图 b 中, S1、S2 是单刀双投开关, S3 是双刀双投开关。在这个电路中,扳动三个开关中的任何一个,电灯的亮灭状态都要变化。根据需要,可在 S1 和 S2 之间增加几个双投开关,就能连成多个开关控制一盏灯的电路。

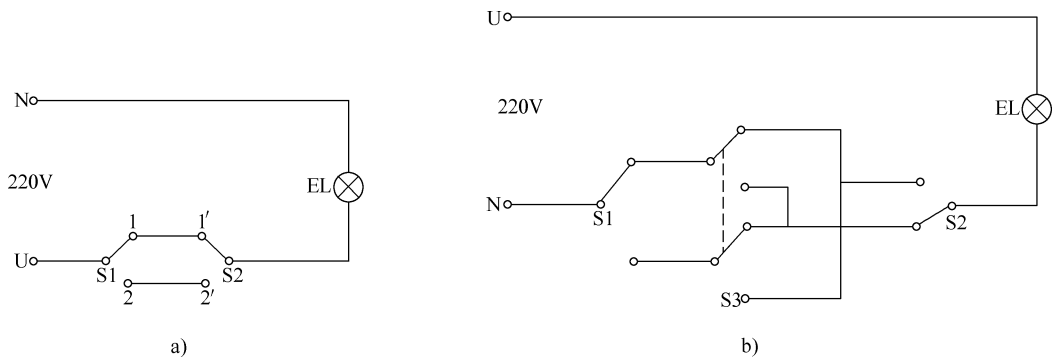


图 16-31 多个开关控制一盏灯电路

30. 节日家庭流水彩灯电路

节日里,在家庭、单位大门上装上一组流水彩灯,会增添节日气氛,如图 16-32a 所示。

图 16-32b 是由三组彩灯组成的流水彩灯的电路。

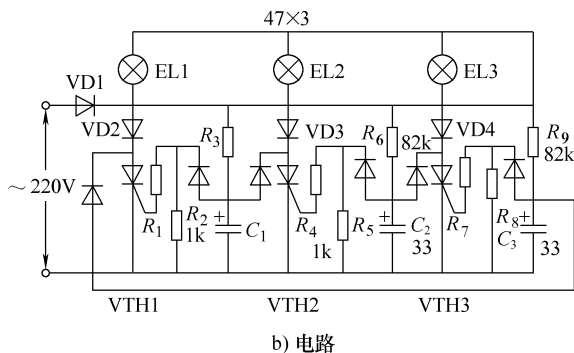
该电路由三组晶闸管触发电路组成。市电网交流 220V 电压加到电路上,经 VD1 形成半波整流,并给 $C_1 \sim C_3$ 充电,当其电压达到一定数值时,会使晶闸管 VTH1~VTH3 导通,灯泡 EL1~EL3 点亮。但 $C_1 \sim C_3$ 上的充电不会完全同步,假设 VTH2 先导通,EL2 先亮。此时 C_3 继续充电,而 C_1 的电压经 VD7 和 VTH2 放电, VTH1 不能导通。随着 C_3 充电,其上电压继续增高,会使 VTH3 导通,EL3 亮。VTH3 导通构成了 C_2 的放电回路, C_2 上电压下降,使 VTH2 截止,EL2 熄灭。与此同时, C_1 开始充电,经过一段时间, VTH1 导通,EL1 点亮。 C_3 放电, VTH3 截止,EL3 熄灭, C_2 充电……如此循环下去。

从视觉上可以看到 EL1、EL2、EL3 三只彩灯顺序发亮，似流水一样非常好看。

图中的二极管 D1~D4, D5, D7 和 D9 选用 1N4001, 而 D6、D8、D10 选 2CP 型整流管。晶闸管 VTH1~VTH3 选用 3CT 型晶闸管, 其反向耐压应高于 400V, 电流 1A。



a) 节日流水彩灯



b) 电路

图 16-32 流水彩灯电路

31. 定时调光照明节电电路

定时调光照明节电电路,是集照明定时调整、调光控制照明多功能为一体的节电装置,可安装在公共楼道、家属院内、卫生间等处照明使用。仅定时功能来说,可用于家用电器如电热毯、电风扇的定时。安装在卧室,其微光照明功能也会使房间的色调和气氛别具一格,同时还可收到明显的节电效果。

(1) 电路原理 电路原理图如图 16-33 所示。其电源由市电 220V 经变压器 T 变压和整流桥 (VD1~VD4) 整流,电容 C_1 滤波, W7805 稳压, 变成直流电, 向 (NE555) 集成电路供电。电路中的延时电路由集成电路 IC555、电容 C_4 、 C_5 和按钮 SB 组成。接通电源开关 S, 按一下按钮 SB, IC555 即被置位, 输出③脚呈高电平, 双向晶闸管 VTH 被触发导通, 灯泡 EL 就亮。当放开 SB 后, 电源通过 RP1 向 C_4 充电, 当充至高于 $2/3V_{DD}$ 阈值电平时, IC555 复位, ⑧脚输出呈低电平, 使灯泡 EL 熄灭。微光照明 LED 接通 S 后一直保持工作状态。调整 RP2 (470Ω), 即可进行调光控制。

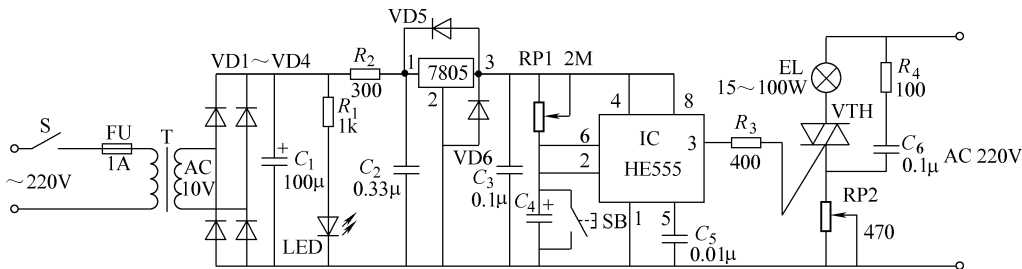


图 16-33 定时调光照明节电电路

(2) 元器件选择 IC 可采用 NE555、5G1555 时基电路。VD1~VD4 采用 1N4001 二极管; VTH 根据负载功率大小来选择。变压器 T 选用 220V/10V 的。LED 选用红色 $\Phi 6$ 发光二极管。除 R_3 外, 电阻均采用 $1/8W$ 碳膜电阻。电容器 C_1 、 C_4 采用电解电容, C_2 、 C_3 、 C_5 采用瓷片电容。其他元件如图 16-34 所示, 无特殊要求。

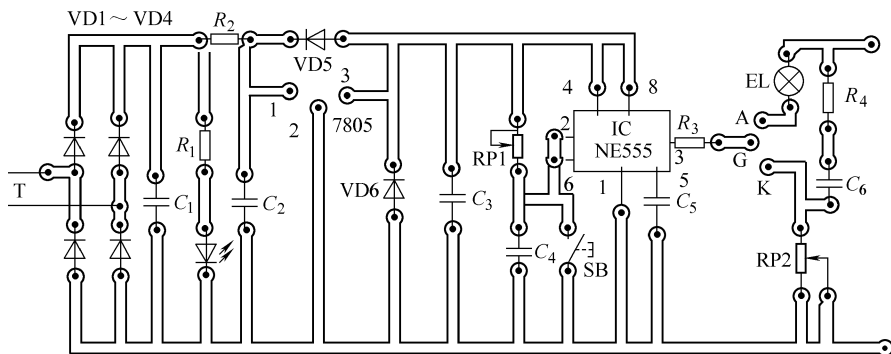


图 16-34 印制电路板图

(3) 安装 根据原理图设计制作印制电路板，印制电路板参考如图 16-34 所示。电路板尺寸为 $60\text{mm} \times 105\text{mm}$ 。将所有元器件焊接在印制板上，元件焊装完毕，按电源变压器和印制板的大小自制或外购一个绝缘盒子，然后将它装入盒内。把电源开关、发光二极管、调光电位器、定时调整电位器安装在装置的前面板上，便于操作使用；电源进线、照明灯泡引线、熔断器等从后面引入。SB 按钮根据用户使用要求，可固定在面板上、床头或墙上。

32. 家用音乐验电灯电路

普通电笔用氖管显示，在强光环境中不易观察判别。音乐验电笔除用发光二极管显示外，还能发出音乐声来区别有无电源，而且在装有暗敷电线的房间墙壁内可方便找到隐蔽的电线。

图 16-35a 是音乐验电笔的电路原理图。由场效应晶体管 VT1、晶体管 VT2 组成检测电路。当有电时，市电产生的交变磁场在检测电路产生感应电势，使导通的场效应晶体管 VT1 变为截止，VT2 导通，发光二极管 LED 点亮，音乐卡电路放音。无电时，VT1 导通， V_{SD} 小于 0.7V 而使 VT2 截止。

音乐验电笔中场效应晶体管 VT1，用 N 沟道结型场效应晶体管 3DJ6 型，晶体管 VT2 用硅 NPN 型低频晶体管 3DX201B，放大倍数 β 值大于 100。音乐卡电路用普通音乐贺卡电路即可。发光二极管宜用平时透明、通电后发红光的进口管，便于在强光环境下比较。电源用晶体收音机用层叠电池 4F22 型 6V。电阻及电容均用小型元件。外壳可用市售遥控器外壳代用，参考尺寸为 $120\text{mm} \times 36\text{mm} \times 25\text{mm}$ 。

图 16-35b 是音乐验电笔的印制电路板图，印制板尺寸为 $32\text{mm} \times 32\text{mm}$ ，音乐验电笔的感应圈用线径 1.13mm 的塑料铜线做成内径 3mm 的小圈，焊到印制电路板上，把感应远离电源线，闭合电源开关，调整电阻 R_2 阻值，使晶体管 VT2 刚好截止。然后把感应圈靠近相线，因电场作用，VT1 截止，VT2 导通，发光二极管点亮。把电阻 R_3 由大减小，使音乐卡两端电压在 $2 \sim 3\text{V}$ 间，音乐卡电路工作，驱动压电陶瓷片发声。如把电笔贴于墙壁上缓缓移动，即可由发光二极管 LED 发光与否及音乐声判别墙内是否有隐蔽的带电电线，凿墙洞时可避免触电危险。同时，也可找出带电电线的线内断路处。

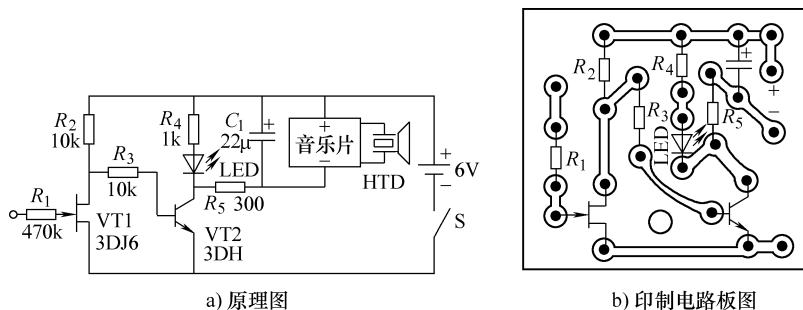


图 16-35 音乐验电灯电路

33. 电子音乐闪烁灯电路

电子音乐闪烁电路, 可以用声响, 也可以用闪烁显示节奏, 节拍频率可以从每分钟十几次到每分钟一百几十次连续调节。可以用来练习唱歌和演奏, 也可以用于暗室中报时。

电路说明如下: 在这个电路中, 双刀双掷开关 S2 在扬声器的位置上。电容 C_1 通过扬声器并接在 VT1 的基极和发射极上。电容 C_2 通过 R_2 并接在 VT2 的基极和发射极上。接通电源开关 S1, 电源通过 RP、 R_1 、 C_1 充电。由于 RP 和 R_1 串联的阻值很大, 充电很慢。当 C_1 上的电压达到大约 0.7V 的时候, VT1 导通, 电源经 VT1 给 C_2 快速充电, 使 VT2 迅速导通, 扬声器发声, 灯泡同时闪烁。

这时电容 C_1 经过 VT1 的基极、发射极、电源负端、正端, 再经过 VT2 的发射极集电极放电。当 C_1 两端的电压下降到很小的时候, VT1 截止。但是, VT2 还不能马上截止, 要等电容 C_2 经过 VT2 射极基极、电阻 R_2 放电, 两端电压下降到接近于零的时候, VT2 才能截止。

改变 RP 的阻值, 就改变了电源对 C_1 的充电时间, 也就改变了音乐闪烁频率, 如图 16-36 所示。

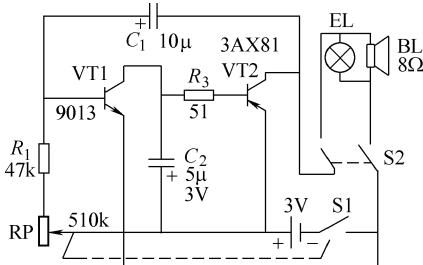


图 16-36 电子音乐闪烁灯电路

34. 鱼缸闪烁灯电路

养鱼是人的一种业余爱好, 如果在鱼缸的假山上装上两只闪闪的红绿灯, 则更是锦上添花, 别有一番情趣。

图 16-37 是鱼缸闪烁灯的电路原理图。VT1、VT2 组成了多谐振荡器, 它是一个无稳态电路, 只要开关 SB 合上, VT1 和 VT2 就会交替地导通和截止, 电路中 LED1 为红色发光二极管, LED2 为绿色发光二极管, 当 VT1 导通的时间内, 红色的发光二极管发出红光, 当 VT2 导通的时间内, 绿色的发光二极管发出绿光。振荡器的振荡频率也是发光二极管的闪光周期, 这个电路仅消耗十几毫安的电流。

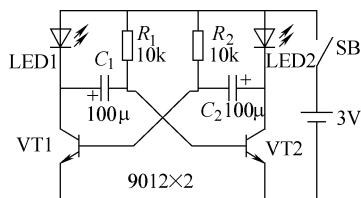


图 16-37 鱼缸闪烁灯电路

35. 汽车转弯指示灯电路

当汽车转弯时, 方向指示灯一闪一闪地发光, 指示转弯的方向, 以引起来往车辆及行人注意安全。汽车转弯闪光指示灯电路的工作原理如图 16-38 所示, VT1、VT2 组成无稳态电路, 当 S1 合上后, 无稳态电路开始工作, 由于 VT1 不断导通与截止, 从而使继电器 K 不断吸合与释放, 使指示灯电路接通和断开, 灯发出一闪一闪的亮光。S2 合在“1”上时, 汽车左灯发光, S2 合到“2”上时, 汽车右边的指示灯发光。

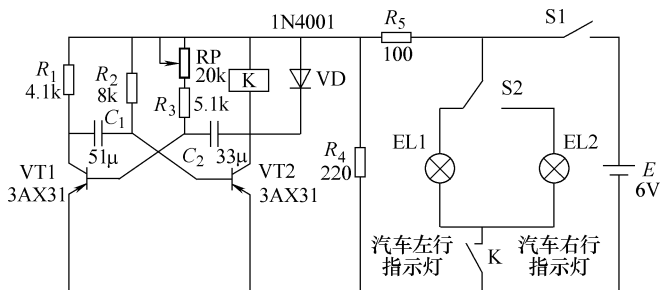


图 16-38 汽车转弯指示灯电路

36. 一室一厅照明电路

一室一厅住宅的配电线路如图 16-39 所示, 根据用户需要可灵活设计、布局, 根据用电设备容量选择

FU1~FU5、导线和隔离开关。一室一厅配电系统中共有 5 个回路，即照明回路、空调回路和插座回路、家用电器、家用电脑等，把负荷分开，以免超载，烧坏线路和电器设备。QS 为隔离开关，具有漏电保护功能。PE 为保护接地线，L 为相线，N 为零线。

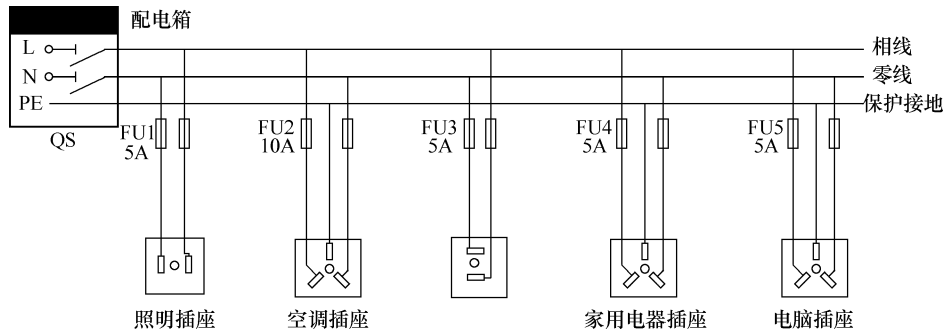


图 16-39 一室一厅住宅的配电线路

37. 两室一厅照明电路

为了居室的美观整齐，一般电源线都采用暗线方式布线。这在建筑设计和施工中要求预埋塑料空芯管，并在管内穿好细铁丝，以备引穿电源线。图 16-40 是两室一厅居室电源布线配线参考方案之一，各自的爱好和要求不同，本方案仅作参考。不管哪种方案，室内布线要尽量做到新颖、时尚、经济、合理、实用和安全，争取一步到位，与房间装修同步进行。在选电源线时，应以满足负载的要求并留有余量为原则，熔断器、开关及插座要尽可能与用电器容量和接线方式配套设置。总之，在施工中，根据具体情况，灵活运用。

对于三室一厅的房间，其布线方式基本相同，只是增加一间卧室，可根据卧室的使用特点加装荧光灯、吸顶灯、插座等。

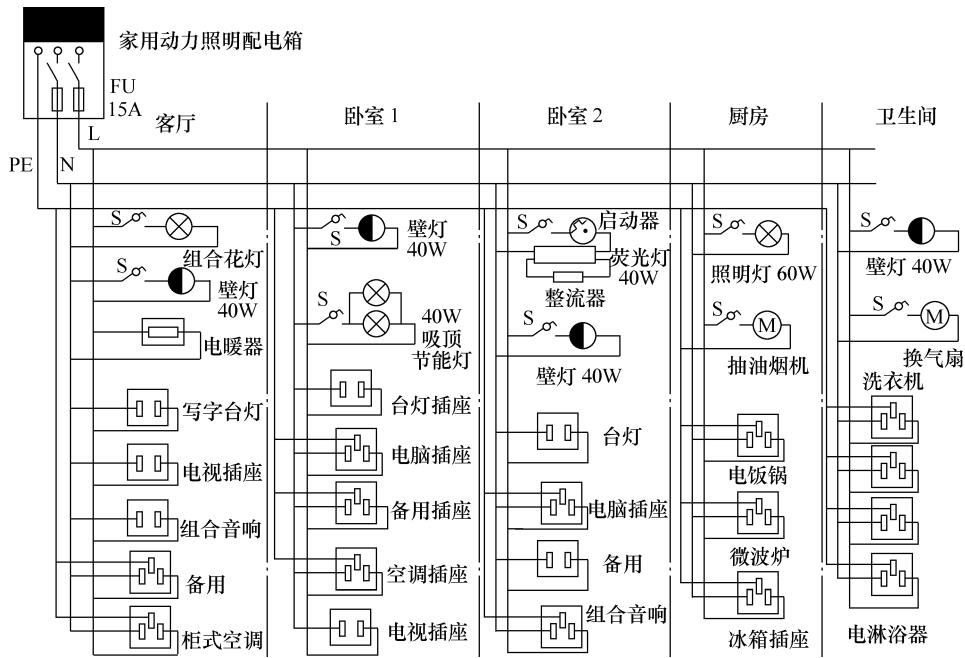


图 16-40 两室一厅居室电源布线分配线路图

38. 三室两厅照明电路

三室两厅照明平面图如图 16-41 所示。

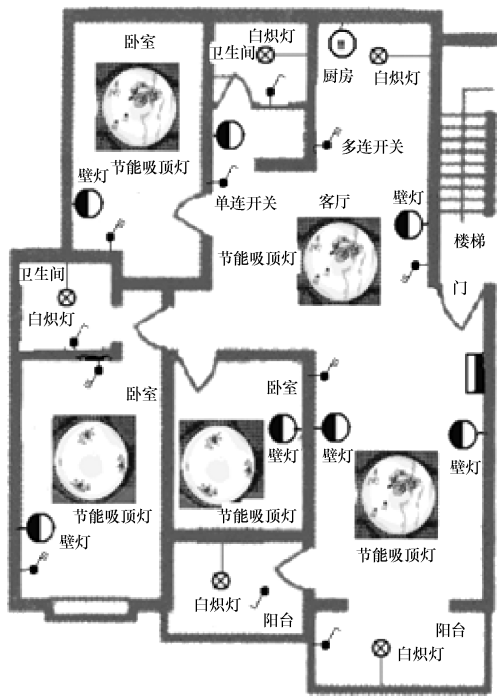


图 16-41 三室两厅居室照明平面图

39. 四室两厅照明电路

四室两厅配电系统如图 16-42 所示。设计有 12 条支路电源供电，分别为照明、电器设备插座、空调插座，其中 2 路作照明，如果一路发生故障时，另一路能及时供电，以便检修。插座有 7 路，分别安装在客厅 1、卧室 4、厨房 1、阳台 1，这样可保证各种电器同时使用，不会造成线路超负荷，能起到分流作用。3 路空调回路足够使用，如在客厅安装容量大一点的柜式空调，其他 2 路可作备用。

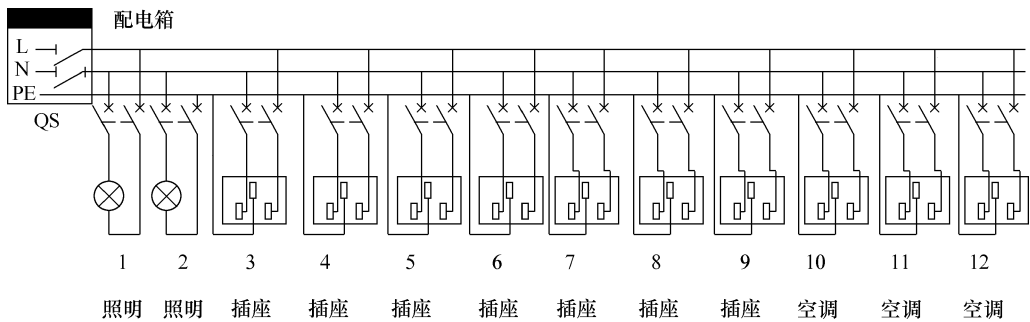


图 16-42 四室两厅电路图

40. 直流点燃荧光灯电路

图 16-43 为用直流电点燃 6~8W 荧光灯的电路图。它是一个由 VT 组成的共发射极间歇振荡器，通过变压器在二次侧感应出的间歇振荡波，点燃荧光灯。

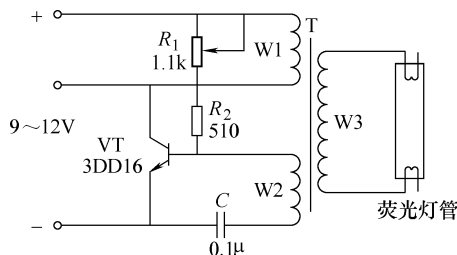


图 16-43 直流电点燃荧光灯电路

实际应用测试,当电源电压为直流 12V 时,灯管点燃后的持续电压为 52V。如果电源电压改用 6V 直流电,则变压器二次绕组 W3 的匝数应从 450 匝增加到 1600 匝。 R_1 和 R_2 可用 0.25W 或 0.125W 电阻,电容 C 可从 0.1~1 μ F 之间选用。改变 C 值,间歇振荡器的频率也改变。适当选择 C 值,可使电路效率最高。变压器用 E 形铁氧体较好。W1=W2=40 匝,线径为 0.35mm;W3=450 匝,线径为 0.121mm。

41. 摩托车闪光灯电路

人们都希望摩托车有个转向闪光灯,如果自己动手装一个转向闪光灯,既经济又能给自己带来方便。图 16-44 所示是它的电路图,电路结构简单,取材容易,闪光频率稳定可靠,转向闪光灯同样适用于自行车、电动车。

晶体管 VT1 的 $\beta=30\sim40$,大了易停振,VT2 的 $\beta=50\sim100$ 即可。电源可采用四节 5 号电池串连。调节 RP 电位器可改变闪光频率。小型继电器 K 可采用 JRX-4 型,也可以自制。

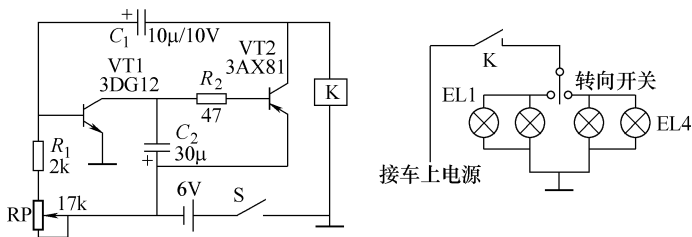


图 16-44 摩托车闪光灯电路

42. 光控路灯照明电路

路灯安装一般采用地沟穿管暗敷布线的方法。控制部分安装在大门口或在电工房值班室内统一控制。某厂区内的路灯如图 16-45a 所示。它除了方便交通外,也是人们在公路两旁休闲、散步、游玩、锻炼身体

的地方。

光控路灯电路的工作原理:光控路灯的特点是具有工作稳定、可靠,不会因偶然的强光照射而引起误动作或闪烁。

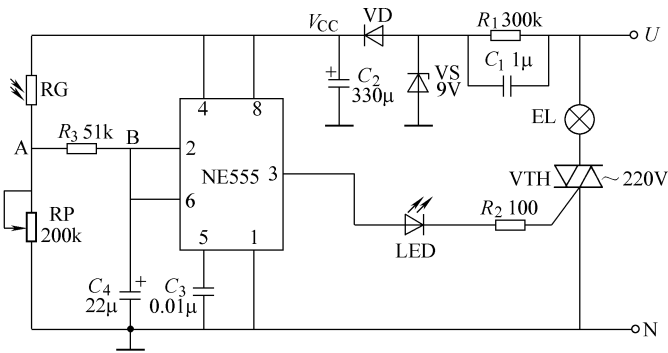
该光控路灯电路由光控触发器电路、开关电路和电源电路组成,如图 16-45b 所示。光控路灯电路中,光控触发器电路由光敏电阻器 RG、电位器 RP、电容器 C_3 、 C_4 、电阻器 R_3 和时基集成电路 NE555 组成;开关电路由晶闸管 VTH、电阻器 R_2 和发光二极管 LED 组成;电源电路由降压电容器 C_1 、电阻器 R_1 、稳压二极管 VS、整流二极管 VD 和滤波电容器 C_2 组成。交流 220V 电压经 C_1 降压、VS 稳压、VD 整流及 C_2 滤波后,产生 8.5V (V_{cc}) 直流电压供给 NE555。

在白天,光敏电阻器 RG 受光照射而呈低阻状态,NE555 的②脚和⑥脚电位高于 $2V_{cc}/3$,NE555 的③脚输出低电平,发光二极管 LED 不发光,晶闸管 VTH 处于截止状态,照明灯 EL 不亮。

当夜幕降临时,光照度逐渐减弱,光敏电阻器 RG 的阻值逐渐增大,NE555 的②脚和⑥脚电压也开始下降,当两脚电压降至 $V_{cc}/3$ 时,NE555 内部的触发器翻转。③脚由低电平变为高电平,使 LED 导通发光,VTH 受触发而导通,将照明灯 EL 点亮。



a) 路灯



b) 光控路灯电路

图 16-45 路灯照明

直到次日黎明来临时，光照度逐渐增强，RG 的阻值逐渐减小，使 NE555 的②脚和⑥脚电压逐渐升高，当两脚电压升高至 $2V_{cc}/3$ 时，NE555 的③脚由高电平变为低电平，LED 和 VTH 均截止，照明灯 EL 熄灭。

调节 RP 的阻值，可控制该灯光自动控制器电路在不同光照下的动作。

43. 生活小区照明电路

生活小区照明灯广泛用于院落比较宽敞的地方，灯具功率约在 500W 以上，便于人们娱乐、活动。图 16-46 所示为常用广场高杆照明灯的外形。其电路同于一般白炽灯照明电路，只是灯泡数量、外观结构不同而已。



图 16-46 常用广场高杆照明灯的外形

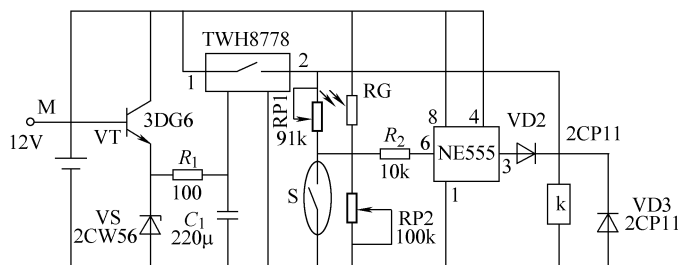
44. “一摸亮” 台灯电路

这是一种人体感应灯，人手触摸金属部分灯亮，一直亮下去，又叫“一摸亮”。当想关掉灯时，再一次触摸关掉，非常方便。其外形如图 16-47a 所示。

触摸控制原理，人体所发出的电信号频率范围从 0~5kHz，输出电压为微伏至毫伏级，是一个很弱的电压。经示波器观察，还有多种谐波成分。人用手触摸金属片 M 时，相当于给 VT 基极提供一个信号，经电流放大后，送到 TWH8778 大功率驱动开关集成电路，使 NE555⑥端为低电平，则③端为高电平，以后工作状态同前。所以日常使用时，用手一摸即亮，也可以作报警用，如图 16-47b 所示。



a) 触摸台灯外形图



b) 电路图

图 16-47 触摸台灯电路原理图

45. 高层住宅走廊照明电路

按一下按钮开关 $S_1 \sim S_n$, 电灯即亮, 同时变压器 T 电源接通, 经二次绕组降压的低压交流电通过桥式整流器和电容 C_1 滤波后, 在 C_1 两端输出一个直流电压, 该电压经继电器绕组 K 、继电器常开触点接通, 电阻 R_1 以及电容 C_2 这两条支路加到晶体管 VT_1 的基极, 且使 VT_1 加上正偏压。于是, 复合管迅速饱和导通, 继电器绕组里有电流流过, 其常开触点闭合, 形成自锁。这样, 即使 S_1 松开按钮, 电灯仍亮着。在常开触点闭合的同时, 另一常闭触点则断开, 电源继续通过继电器绕组向 C_2 充电, 由于 VT_1 的基极电流小, 且 C_2 两端的电压不能突变, 其正极电位只能缓慢升高, 故在此期间继电器将继续保持吸合, 当 C_2 充电至绕组的释放电压时, 由于继电器绕组两端压差很小, 不足以维持吸合, 于是 K 断开, 电灯熄灭, 变压器绕组与电源脱离。 C_2 上的残余电压则通过 VT_1 和 R_2 组成的放电回路迅速放完, 以备下一次延时之用, 如图 16-48 所示。

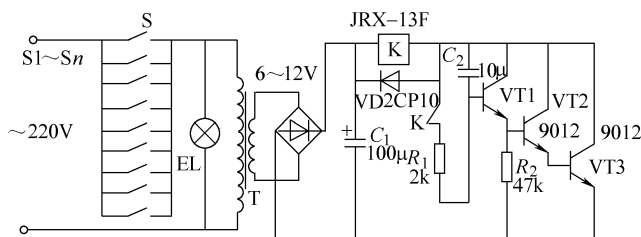


图 16-48 高层住宅走廊照明控制电路

的残余电压则通过 VT_1 和 R_2 组成的放电回路迅速放完, 以备下一次延时之用, 如图 16-48 所示。

46. 驱动闪烁灯电路

KD-01X 是驱动灯泡及发光二极管闪烁的单晶大型集成电路。闪烁频率有 1.2Hz、2.4Hz 两种。每种频率都由内电路振荡电阻决定, 不需外加电阻或电容。

该电路现用于闪烁胸花, 亦可用于闪烁指示、闪光发卡、眼镜、卡片、礼品等多种装饰品玩具等, 如图 16-49 所示。

驱动闪烁灯性能特点:

- 1) 低功耗, 用电极省;
- 2) 两种闪烁频率: 1.2Hz、2.4Hz;

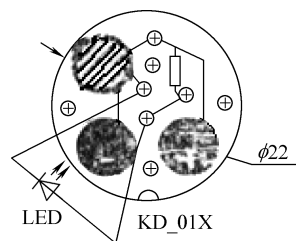


图 16-49 驱动闪烁灯电路

3) 内设振荡器，无外围元件，见表 16-1。

表 16-1 参数表

名 称	数 值		
工作电压/V	最小	典型	最大
	1.35	3	5.0
最小驱动能力/mA		30	
闪烁频率/Hz		1.2	
静态电流/ μ A		≤ 2	

47. 多路流水彩灯电路

多路彩灯控制电路的核心器件是大规模集成电路 SE9201，该集成电路具有花样新颖、功能多、电压低、功耗小等优点，通过晶闸管控制可用于节日彩灯、广告招牌、门面灯光装饰控制等。多路彩灯控制电路如图 16-50 所示。

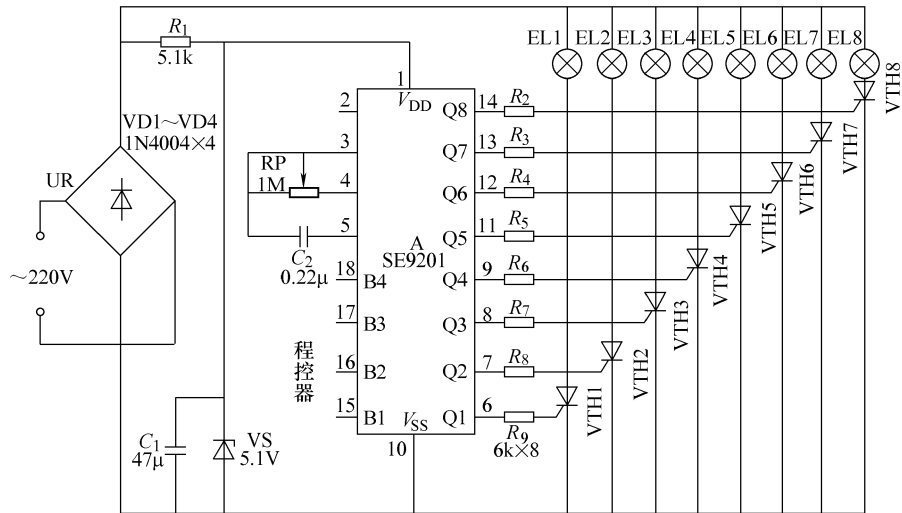


图 16-50 流水彩灯

集成电路 SE9201 有 4 个花样选择端 B1~B4，通过程控器进行不同的电平连接，可组成众多变化的闪光花样。有 8 个输出端 Q1~Q8，可驱动 8 路彩灯，由于 Q1~Q4 与 Q5~Q8 具有对称性，故也可简化成 4 路控制彩灯。集成电路 SE9201 使用的电源电压为 3~8V，典型值为 5V。该电路外围元器件少，只需外接一只电阻器和一只电容器，它们的值决定振荡器的时钟频率。通常电容器的容量取 0.1~0.22 μ F，电阻采用 1M Ω 可变电阻器，通过改变其阻值就可以改变闪光的快慢。

集成电路 SE9201 具有 8 种基本花样：①4 点追逐；②弹性张缩；③跳马右旋；④跳马左旋；⑤依次亮同时灭；⑥同时亮依次灭；⑦左右扩张；⑧全亮间隔闪光。通过花样选择端 B1~B4 不同电平的编程组合，可实现 8 种基本花样单循环、双循环以及自动变换的全循环和双全循环等 4 种循环功能的选择和控制。自动转换全循环时，每种花样闪光的次数；除全亮间隔闪光 4 次外，其他花样都是 8 次。而双循环和双全循环的每种花样的闪光次数都为自动转换次数的一半。

48. 低温低压下点燃荧光灯电路

可按照图 16-51 所示的方法，在电路中增加一只二极管，启动器电离时，二极管在正半周导通，起整流作用，使电路里的电流近似为直流。对这种整流后的电流，镇流器阻抗较小，使流过灯丝的瞬时电流加

大,增强了电子的发射能力。另一方面,镇流器因流过的电流较大,存储的磁能也较大,在启动器断开的瞬间,产生的自感电势也较高。因此,灯管容易启动点燃。如果接上二极管后,灯管仍不容易启动,应将启动器的两脚对调一下。

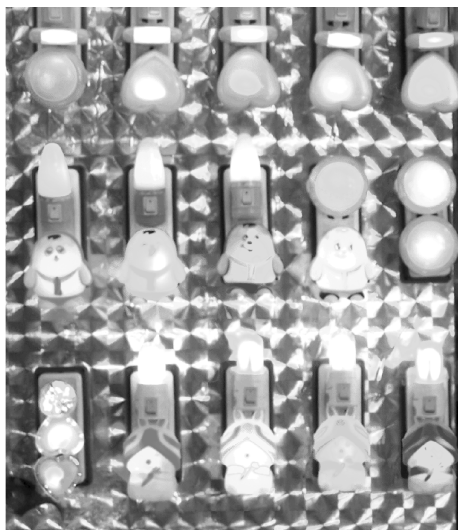
上述方法既可加速灯管的启动,又可延长灯管寿命。二极管应选反向耐压 400V、整流电流 500mA 的任何型号的二极管。这种电路可在 -10°C 、180V 电压下,使 8W 和 20W 荧光管快速启动点亮。

49. 小夜灯照明电路

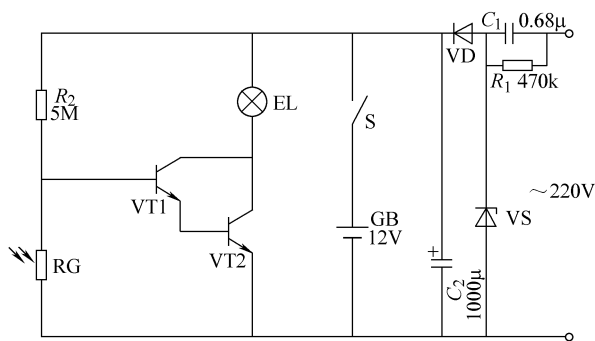
电路中,电源电路由降压电容器 C_1 、泄放电阻器 R_1 、稳压二极管 VS、整流二极管 VD 和滤波电容器 C_2 、开关 S 和蓄电池 GB 组成;光控电路由电阻器 R_2 、光敏电阻器 RG 和晶体管 VT1、VT2 组成。交流 220V 电压经 C_1 降压、VS 稳压、VD 整流及 C_2 滤波后,为照明灯 EL 和光控电路提供 12V 左右的直流电压,还经 S 对 GB 充电。

白天,RG 受光照射而呈低阻状态,VT1 和 VT2 截止,EL 不亮。夜晚,RG 变为高阻状态,其两端电压高于 1.4V,使 VT1 和 VT2 饱和导通,EL 通电发光。

小夜灯实物如图 16-52a 所示。电路如图 16-52b 所示。



a) 小夜灯实物图



b) 电路

图 16-52 小夜灯照明电路

50. 霓虹灯电路

霓虹灯是一种装饰辉光放电灯,霓虹灯管内抽成真空后,再加入少量的氩、氖、氙等惰性气体或少量汞,使霓虹灯在辉光放电时发出各种鲜艳的色彩。它可以根据装饰的需要弯成各种图案和文字,近年来广泛应用于大型建筑物及商场广告和装饰灯上。在霓虹灯电路中接入控制装置也可以得到循环变化的彩色图案和跳动明灭的灯光闪烁效果。

霓虹灯的原理与线路:霓虹灯在工作中主要靠霓虹灯变压器来提供辉光放电所需的高电压,并限制灯管回路中电流的大小。常用霓虹灯变压器一次电压为 220V,电流在 2A 以上;二次电压为 15000V,电流为 24mA。它一般能点亮长度为 12m,直径为 12mm 的灯管。霓虹灯的工作线路图如图 16-53 所示。它是由 220V 电压供电,通过霓虹灯漏磁变压器升压,使霓虹灯灯管放电发光。在实际应用中,为了增加闪烁效果,还常常加有霓虹灯高压转动机和低压滚筒,而高压转动机大致由线圈感应板、主轴、接触片和固定触

头组成，当线圈通电后，产生磁感应带动感应板，从而带动接触片转动。依次接通各个放电灯管，使灯管以顺次明暗变化。

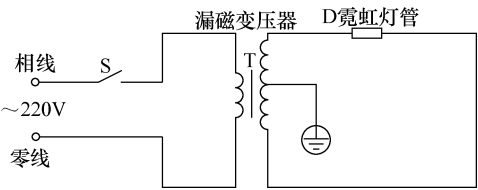


图 16-53 霓虹灯电路

51. 霓虹灯闪光电路（一）

有一种为低压滚筒，它是由交流电动机、圆筒、活动导电片和固定触头等组成，当交流电动机通电带动圆筒转动时，圆筒上的导电片依次与固定触头接触，接通对应的霓虹灯和电源，从而得到各种不同的明暗变化图案，应用这种方法可控制多台霓虹灯变压器，供大幅图案变化使用，其电路如图 16-54 所示。

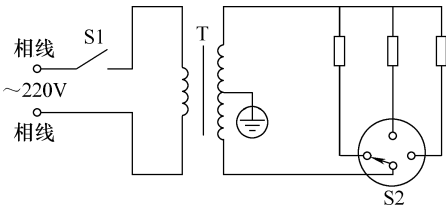


图 16-54 霓虹灯闪光电路（一）

52. 霓虹灯闪光电路（二）

霓虹灯具有很好的装饰效果，使用时可根据需要弯成各种形式的图案文字，并通过各种控制装置得到循环变化的彩色图案和自动的灯光效果。而它在广告宣传、店铺装饰等场合得到越来越广泛的应用。

霓虹灯是一种高电压气体放电灯，其发光机理是：在灯管的两端施以高压，高压使管内的气体电离，进而发出彩色的辉光。它的工作电压为 6000~15000V，由特殊的专用变压器供给，这种变压器是一种漏磁变压器，其特点是短路电流很小，不会因二次侧短路而烧毁变压器。常用的霓虹灯变压器容量为 450VA，一次侧输入电压 220V，电流 2A，二次电压为 15000V，电流 24mA，二次短路电流为 30mA，它能点亮长 12m、管径为 12mm 的灯管。常用的霓虹灯灯管外径在 11~15mm 之间，灯管用玻璃制造，管内抽成真空后再充入少量的惰性气体和少量的汞。充入的惰性气体不同，发出的光也不同。为了得到更多更绚丽的色彩，往往将灯管内壁涂以各种颜色的荧光粉或各种透明色。霓虹灯的基本供电电路如图 16-55 所示。为了节能，也可以采用交流电整流高频逆变高压供电。

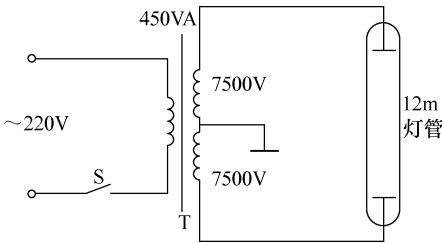


图 16-55 霓虹灯闪光电路（二）

53. 红外线调光电路

（1）发射电路 调光发射器电路如图 16-56a 所示。它由 555 定时器组成的脉冲方波发生器、驱动放大器和红外发光二极管等元件组成。脉冲发生器输出脉冲方波信号经 R_3 加至 VT1 的基极。当脉冲信号波形为高电平“1”时，VT1 饱和导通，VT2 也导通，驱动发光二极管 LED1 发出可见光（红色或绿色），表示发射电路工作，红外发光二极管 LED2 发出红外光（不可见近红外光束）。当脉冲信号波形呈低电平“0”时，VT1、VT2 均不导通，LED2 不发光。这样就可实现红外光脉冲的发射。

LED1 为普通发光二极管, LED2 为 TLN104 型红外发光二极管, VT1、VT2 为 3DG6。其他元件参数如图 16-56 标注。

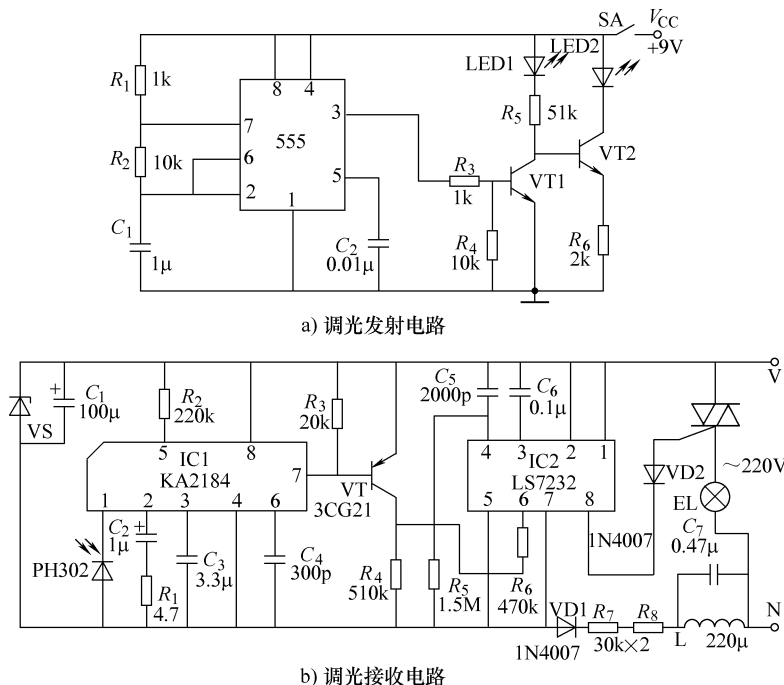


图 16-56 红外调光电路

(2) 接收电路 当红外接收管接收到发射器发出的控制信号后, 经 KA2184 处理后由⑦脚输出低电平。这一低电平直接加到 VT 的基极, 使其导通, 它的集电极输出的电流在 R_4 上端形成一个高电平输出。这一高电平通过 R_6 加至调光电路 LS7232 的辅助输入端 (⑥脚), 作为调光的控制信号。

电路如图 16-56b 所示, 它是一个红外线调光电路, 当它的⑥脚输入触发信号后, 它的③脚就会连续输出控制双向晶闸管导通角的控制脉冲, 使双向晶闸管的导通角在 $41^\circ \sim 160^\circ$ 之间变化。随着双向晶闸管导通角的变化, 电灯也由暗变亮或由亮变暗, 从而实现了电灯的调光控制。

在调光过程中, 当需要电灯由暗变亮时, 可按住遥控器的发射按键不断发送控制信号。这时可以看到电灯在逐渐变亮, 当达到所需亮度时, 立即松开发射按键, 这时电灯的亮度便停留在这个位置上。如果连续按下去, 电灯又会由亮逐渐变暗, 直至熄灭。

需要注意的是: LS7232 是一种 PMOS 型集成电路, 因此它的电源极性与常用的 CMOS 电路相反, 即它的 V_{DD} 电源端应当接电源的负极, 而 V_{SS} 端则应接电源的正极。

本电路电源仍采用交流供电、电容 C_7 降压、二极管 VD1 半波整流。与其他电容降压的供电电路不同的是, 该电源的降压电容 C_7 并联了一只 $220\mu\text{H}$ 的电感, 它的作用是用来吸收 LS7232 所产生的谐波, 防止它通过电源线干扰其他用电器。

54. LED 广告牌装饰灯电路

本例介绍一款采用分立元器件制作的光控 LED 广告牌装饰灯, 它在白天不工作, 而晚上能自动点亮, 具有耗电省、寿命长、免维修、易制作等特点。

(1) 电路工作原理 该 LED 标牌装饰灯电路由电源电路、光控电路和 LED 显示电路组成, 如图 16-57 所示。

电路中, 电源电路由降压电容器 C_1 、整流二极管 VD、稳压二极管 VS 和滤波电容器 C_2 组成; 光控电路由光敏电阻器 RG、电阻器 R_1 、晶体管 VT 和晶闸管 VTH 组成; LED 显示电路由整流桥堆 UR、电阻器 R_2 、电容器 C_3 和发光二极管串 LED (由数百只发光二极管串、并联而成) 组成。交流 220V 电压一路经

C_1 降压、VD 整流、VS 稳压及 C_2 滤波后，产生 +7.5V 电压，作为光控电路的工作电源；另一路经 UR 整流、 R_2 限流降压及 C_3 滤波后，驱动 LED 发光。

在白天，光敏电阻器 RG 受光照射而呈低阻状态，VT 因基极为低电平而处于截止状态，其发射极无触发电压输出，VTH 不导通， C_3 两端无电压，LED 不发光。夜幕降临后，RG 的阻值变大，VT 获得工作电压而导通，其发射极输出的触发电压使 VTH 导通，发光二极管串 LED 点亮。

若需要该 LED 广告牌全天工作，则可将 RG 去掉或换一只阻值为 500k Ω 以上的固定电阻，使 VT 和 VTH 通电即导通。

(2) 元器件选择 R_1 选用 1/4W 金属膜电阻器或碳膜电阻器； R_2 选用 3W 金属膜电阻器。RG 选用 MG41.24 型光敏电阻器。 C_1 选用耐压值为 400V 的涤纶电容器或 CBB 电容器； C_2 选用耐压值为 25V 的铝电解电容器； C_3 选用耐压值为 400V 的铝电解电容器。

VD 选用 1N4001 型硅整流二极管。

VS 选用 1/2W、7.5V 的硅稳压二极管。

LED 可根据需要用 2~4 组发光二极管串（每组用 100 只 $\Phi 5\text{mm}$ 或 $\Phi 8\text{mm}$ 的发光二极管串联）并联。

UR 选用 1A、50V 以上的硅整流桥堆。

VT 选用 9014 或 9013、C8050 型硅 NPN 晶体管。

VTH 选用 TLC336 型双向晶闸管。

55. 农村蔬菜大棚照明电路

农村蔬菜大棚照明电路和农村一般照明电路基本相同，但由于大棚内温度较高、湿度较大，直接把 220V 照明线路架设到大棚内很不安全，因此农村地膜大棚的电源首先用电线杆把电线引入大棚外的一间小室内，电源配电盘就安装在 1.5m 高处，进户后装有闸刀开关、电能表、熔丝以及开关照明灯等，然后把电线架设到蔬菜大棚内。条件较好的农村地区可购买安装一台漏电自动跳闸开关，使电源线经过此开关再进入大棚内，如图 16-58 所示。

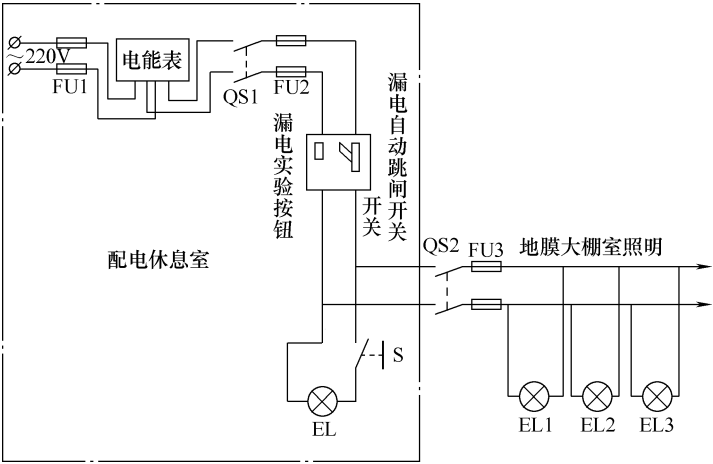


图 16-58 农村用蔬菜大棚照明电路

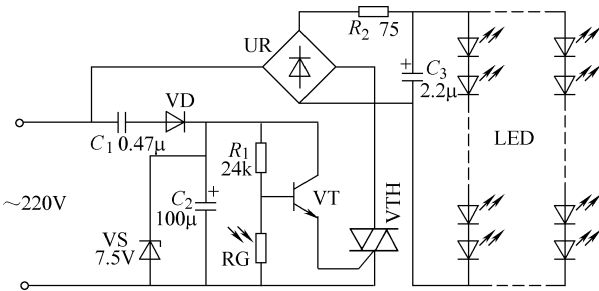


图 16-57 LED 广告牌装饰灯电路

56. 照明开关自动电路

NE555 时基电路与交流固态继电器 SSR 可以组成照明灯开关自动电路，电路如图 16-59 所示。从图中可看出，白炽灯 EL 白天因电路中的光敏电阻阻值下降而自动熄灭，黑夜时，EL 自动点亮。

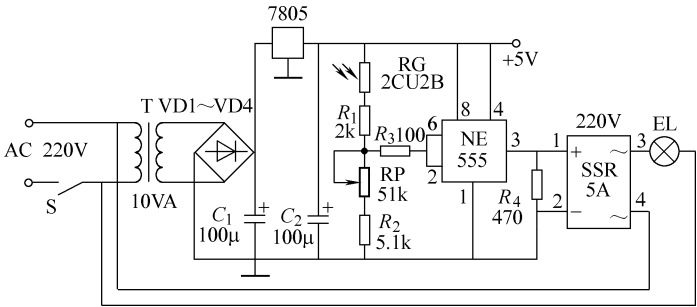


图 16-59 照明开关自动电路

图中，RG 为光敏电阻 2CU2B。RG 受光照时，阻值变小，加在 NE555 时基电路的②、⑥脚上的电压较高，所以 NE555 输出端③为低电平，交流固态继电器 SSR 截止，照明灯不亮。

当夜幕降临时，RG 电阻增大，NE555 的②、⑥电压低于 5V，使输出脚③变为高电平，交流固态继电器 SSR 的①脚获得正电源而导通，使其交流输出受控端③、④导通。白炽灯 EL 点亮。调节电位器 RP，可以改变照明灯的开关时间。

57. 太阳能绿色照明灯电路

(1) 太阳电池简介 太阳电池发展速度很快，在未来 10 年内，太阳电池平均转换效率要达到 30% 左右，而价格要下降一半。照明电力的一半可来源于太阳能，达到从 PN 结到 PN 结的真正的绿色照明。太阳电池是一个巨大的 PN 结，LED 是可以将电能转换为光线的 PN 结，它的转换效率将来一定可以达到节能灯的水平，而使用寿命可以达到 10 万 h 以上，这才是真正绿色照明。

(2) 太阳电池的功能 主要具有以下功能：①蓄电池过充、过放电保护；②充电后自动恢复放电功能；③防反充（蓄电池向太阳电池充电）功能；④温度补偿功能；⑤自动开、关灯功能（晚上接通、白天切断负载）；⑥最大 5A 大电流放电功能。

IU01 型的主光源主要为三基色高效节能灯，当然也适合 LED 灯杯，其亮度高，但成本相对较高。(2) R101 型太阳能灯控制电路采用贴片化设计，主要适用于高档草坪灯与普通庭院灯。蓄电池为 12V 小型铅酸蓄电池。

(3) 太阳能绿色照明灯电路 太阳能草坪灯电路如图 16-60 所示。

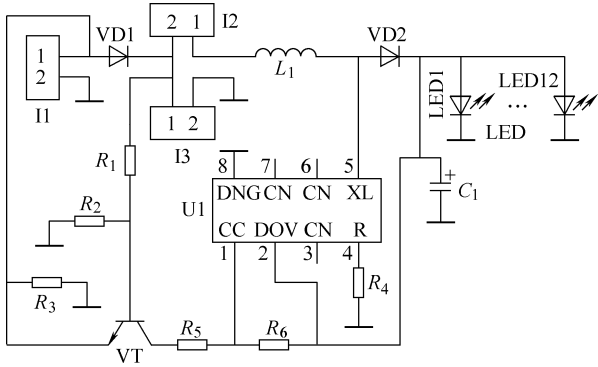


图 16-60 太阳能草坪灯电路

分时、分压控制太阳能灯技术的核心，就是根据夜晚不同时间段人们对照度的不同要求，以及太阳能

电池白天吸收能量的大小,控制太阳能灯的输入功率,达到用最小成本设计出能够满足最恶劣气象条件下人们对太阳能灯的最基本要求的目的。

该控制电路适合以12只LED为光源的草坪灯。U1中包含驱动、光控检测、脉宽调制、电池电压检测等电路。其①脚为使能端,②脚为电源电压,④脚为负载电流调整口,⑤脚为开关口,⑧脚为接地端,③、⑥、⑦均悬空。改变 R_4 的阻值可以改变LED的工作电流,其最大允许电流为500mA, R_4 接地时电流最小。

J1为太阳能电池,J2为电源开关,J3为2节镍氢电池。为了降低管压降,VD1、VD2可采用肖特基二极管。改变 R_5 、 R_6 可调节蓄电池的分压保护值,改变 R_1 、 R_2 可调节分时值。该电路能在尽可能降低太阳能电池成本的基础上保证照明时间,具有很高的性价比。

58. 照明、电烙铁两用电路

如图16-61所示,为用高亮发光二极管给电烙铁照明,效果很好。用一只35W内热式电烙铁,用数字表测得电阻为 $1.43\text{k}\Omega$,然后计算其电流: $I=U/R=220\text{V}/1430\Omega=0.154\text{A}$ 。高亮发光二极管的工作电压约3V,因此,取 R_1 的端电压为3.5V,即为发光二极管提供的端电压,计算得 $R_1=3.5\text{V}/0.154\text{A}=22.7\Omega$ 。 R_2 为限流电阻,可根据所需亮度选择其阻值。如用一只发光二极管感觉不亮,可再加一只,反向并联,这样,在交流状态下,两个二极管都可点亮。由于发光二极管工作电流为20多毫安,大部分电流流经 R_1 ,计算 R_1 的功率为 $P=0.13\times 3.5\text{V}=0.455\text{W}$,因此, R_1 可取2W左右, R_3 、C为吸收脉冲电路。

制作时,把发光二极管和限流电阻在烙铁外面焊牢,用绝缘胶带缠好。 R_1 及 R_3 、C必须用绝缘纸缠住放进手柄内。

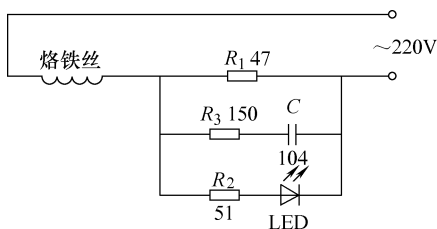


图 16-61 照明、电烙铁两用电路

59. 电梯间照明电路

现在高层住宅很多,电梯内的照明有的是机房统一控制,有的是一层一层单独控制,如果一旦忘记关灯,就要多爬好几层楼,显得很不方便。

本例介绍一个简单、易行的电路,用于电梯间的照明,大大方便了电梯的维修保养工作。原理如图16-62所示,每一层都有一个常闭按钮和一个常开按钮,也可采用复合按钮。只要每次按下常开按钮,继电器K工作,触点吸合,所有楼层的灯都点亮,继电器自保工作。若断开任意楼层的常闭按钮,继电器失电,触点断开,所有灯都熄灭。

需要注意的是,继电器及开关的承载能力应根据不同的负载而定。

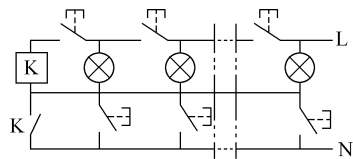


图 16-62 电梯间照明电路

60. 交通红绿黄灯控制电路

(1) 信号灯控制电路 由8位单向移位寄存器组成扭环形计数器,对单位时间进行计数,经反相器组成的译码器输出,分别控制东西、南北各灯,其中黄灯为闪烁亮。

(2) 数字显示电路 由可预置数的可逆8421BCD码计数器74LS192配以74LS48和LED数码管组成。置数和计数受信号灯红黄灯控制。当东西向黄灯亮时,使南北向计数器置数为28s,当东西向黄灯灭红灯亮时,使南北向(绿灯亮)计数器从28s开始做减1计数。当减到0时,东西向红灯灭,而南北向绿灯灭,封锁秒信号计数。同理,南北向的黄灯和红灯控制东西向的置数和计数。

(3) 手动与自动控制 与非门组成的基本RS触发器(又称抖动开关)作为手动开关信号,主要是便于电路调试。自动控制信号由秒信号产生,电路(555组成)的输出经四分频形成单位时间 t 。若改变 t ,只需改变分频级数。若时间要求精确,可用晶体振荡器加以分频而得到秒信号,电路如图16-63所示。

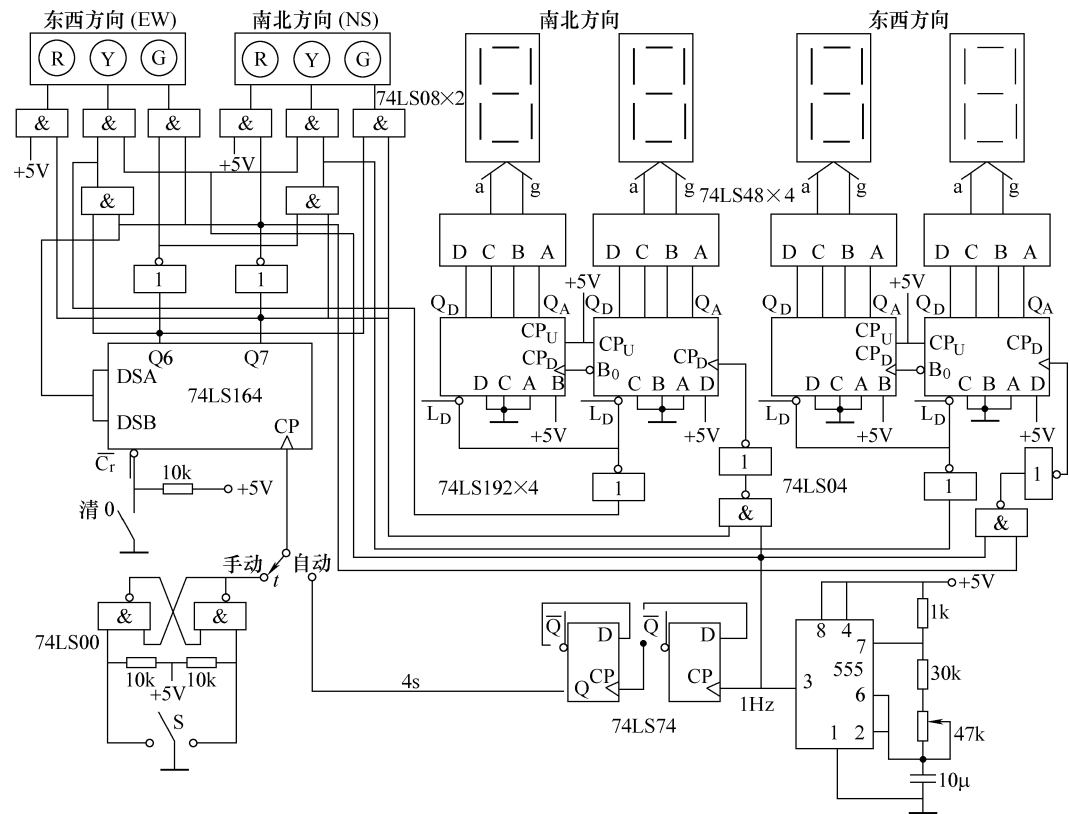


图 16-63 交通信号灯电路

61. 太阳能 LED 灯电路

买一只 1W 白光 LED，用手机电池一试，真亮，可以制作一个小台灯。

用酒杯状的乳白色塑料瓶盖做灯罩。从 LED 散热板（自带的）后面引出正、负两根线，穿过灯罩，经过弯管引入灯座，灯的形状就出来了。为了充电方便，使用了太阳能板，但电压太低，只能充一节电池，为此，增加了升压板。为了在阴雨天使用，增加了交流充电，并可在交流供电情况下点亮 LED 灯，电路如图 16-64 所示。

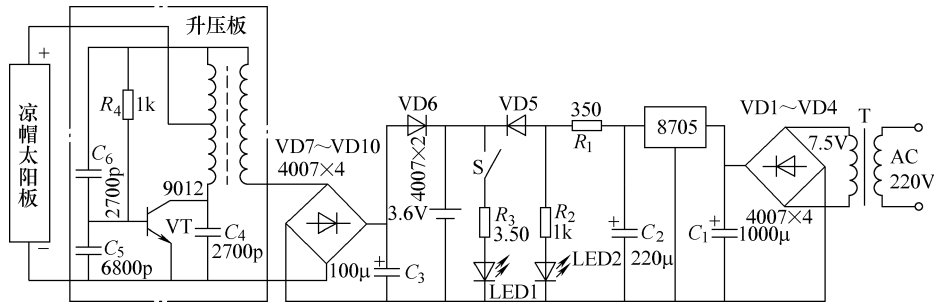


图 16-64 太阳能 LED 灯电路

此 LED 的端电压为 3.2V、额定电流 350mA，经实验，电压达到 4.8V 仍可正常工作，关键是限流在 350mA 左右。

升压板是从 6V 应急灯旧板上裁剪下来的振荡电路，未作任何修改（见图中点画线框内），然后经桥式整流提供充电电流。笔者认为，灭蚊拍、电子点火器、验币器等振荡电路，小作修改，也能变通作为升压

板使用。电池用三节五号 1800mA·h 镍氢电池，夏天不用阳光直接照射太阳能板，在较明亮处即可充电。交流充电提供 4.3V 充电电压，约 350mA 充电电流。假如使用三节五号镍镉电池，限流电阻 R_1 应改为 8~10 Ω ，以减小充电电流，避免损坏电池。

62. 消防应急灯电路

消防应急灯被广泛安装于公共场所的走廊、消防通道内，属于消防专用设备。市场上众多的消防应急灯具都是由消防公安部门监制的产品，品种繁多，但功能基本一样。当市电停电时，消防应急灯自动点亮，来电时自动熄灭。消防应急灯作为一种备用照明设备，在灯具内装有停电时提供电源的蓄电池，在有市电供电的情况下给电池充电。由于长时间与 220V 交流电源并联在一起工作，所以易出故障。由于属于专用产品，大多数不提供电路原理图。本图是根据实物绘测的奇辉 GF-066 型全自动消防应急灯电路。

(1) 电路组成 电路如图 16-65 所示。由电池充电电路、灯控制电路、电源电路和故障指示电路组成。照明灯泡是 EL1、EL2 (2.5W/3.6V 螺旋式灯泡)。电池是 3.6V/1800mA·h 的镍镉可充电电池，在停电时可提供功率为 $2 \times 2.5\text{W}$ ，照明时间不少于 100min。在电路中有三个轻触自恢复式按键：S3 (OFF 关)、S2 (ON 开)、S1 (TEST 试验)。三个不同颜色的状态指示灯，LED3 (H 红色) 表示充电，LED2 (W 橙色) 表示电路故障，LED1 (L 绿色) 表示外电供电。在外电供电的情况下，主供指示灯 LED1 亮，给电池充电时 LED3 亮。

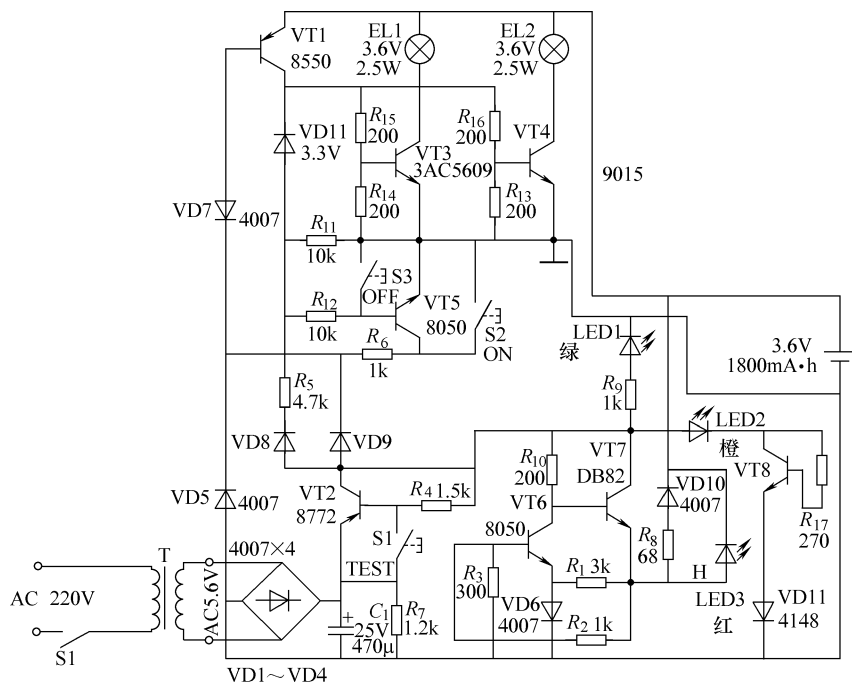


图 16-65 消防应急灯电路

(2) 工作原理

① 灯光控制电路：由 VT3、VT4、VT5、VT7 和键 S2、S3 构成，在无市电时，按一下 S2 (开) 键，VT5 饱和导通，VT5 的集电极电流通过 R_{12} 使 VT7 维持导通；VD11 反向击穿工作在稳压状态。VT5 的集电极电压给 VT3、VT4 提供偏置，使其导通。点亮 EL1、EL2。当按一下 S3 (关) 键时，VT7 截止，撤除了 VT5 导通条件，灯关闭。

当有市电供电时，外电原经 VD9 使 VD7 反向截止，VT5 无法导通，键 S2 和 S3 都不能控制灯 EL1、EL2 的开和关。停电后二极管 VD7 负极电位变为零。使其瞬间正向导通，VT5 饱和导通，构成点灯电路条件，EL1、EL2 点亮。来电后 VD7 负极电位变高又反向截止，VT5 截止，灯灭 (起到自动控制的作用)。

点灯控制电路中：VD7、VT7 通过 R_6 工作在临界状态。开关键 S2、S3 只起到触发作用。

② 电池充电电路：外电源经 VT2、VT6、 R_8 、VD10 对电池进行恒流充电，当有外电源供电时，充电电流经 R_8 、VD10 向电池充电，且使充电指示灯 LED3 点亮。

③ 电源电路：220V 交流经变压、整流滤波，由 VT1 集电极输出 4.6V 直流电压，主要提供给充电电路给电池充电，并经 R_9 使 LED1 发光指示。

④ 试验电路：当按住试验按键 S1 不放时，VT1 截止，VD7 负极电位变低而正偏导通，使 VT5 导通，满足点灯条件，使 LED1、LED2 点亮。松开 S1 键，灯随即熄灭。试验电路的作用是测试点灯电路是否正常。

⑤ 故障显示电路：由 VD13、VT8、 R_{17} 和 VD11 组成故障指示电路，如果外电源电压过高使 VT8 导通，LED2 点亮。指示过电压故障。

(3) 故障及检修

① 无主供电源：当有交流电的情况下，主供指示灯 LED1 不亮时，最常见的故障是变压器因长时间接入 220V 交流产生热量导致一次绕组烧坏。外电压不稳定也易损坏变压器；其次，电源调整管 VT1 工作在较大电流状况下也易损坏，造成无主供电源。

② 灯常亮 VT5、VT3、VT4 击穿都会造成灯常亮。

③ 电池充电失效：由于电池时常处于充放电状态，造成电池容量不足或失效，须更换电池。充电电路 VT2 在给电池充电时，电流较大也易损坏。

第 17 章 调速电路

1. 交流电动机调速电路

- 1) 电路原理简介：由触发线路输出尖脉冲去触发双向晶闸管，使其导通，经电容将 220V 单相电源移相后接电动机，使之运转。调整 30W 电位器则改变触发线路的输出脉冲，从而改变 VTH1 的导通角，改变定子绕组上的电压大小，从而实现无级调速。该电路可采用两套触发电路，触发两个双向晶闸管，实现电动机的正反转调速控制。
- 2) 元件参数选择：主电路移相电容选 $90\mu\text{F}/600\text{V}$ ，VT1 选 3CTS20A/800~1000V，FU1、FU2 选 10A，其余按电路图参数选择。
- 3) 电路原理如图 17-1 所示。

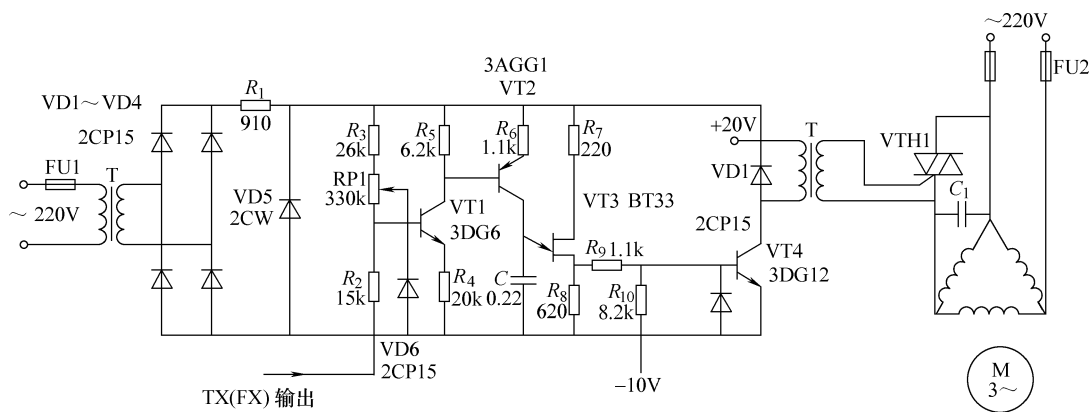


图 17-1 交流调速电路

2. 直流电动机调速电路

图 17-2 所示为并励直流电动机起动、调速、制动控制电路。该电路采用串电阻起动，改变励磁电流调速，能耗制动，适用于小容量的直流电动机。由于接触器线圈的工作电源采用交流供电，减小了直流电源的容量。

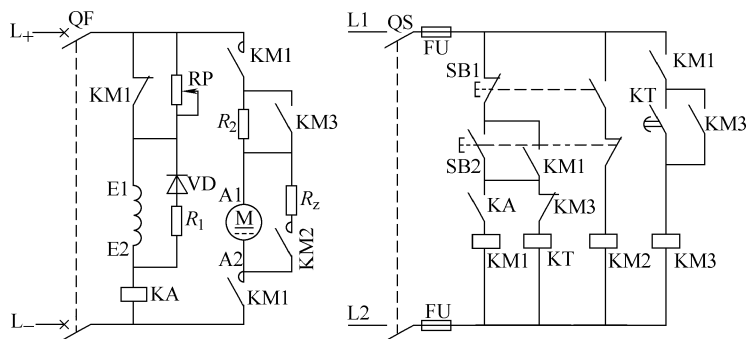


图 17-2 并励直流电动机调速电路

起动时，合上低压断路器 QF 和电源开关 QS，欠电流继电器 KA 得电吸合，为起动电动机做好准备。按下起动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，KM1 主触头闭合，电枢绕组串联电阻 R，起动。同时

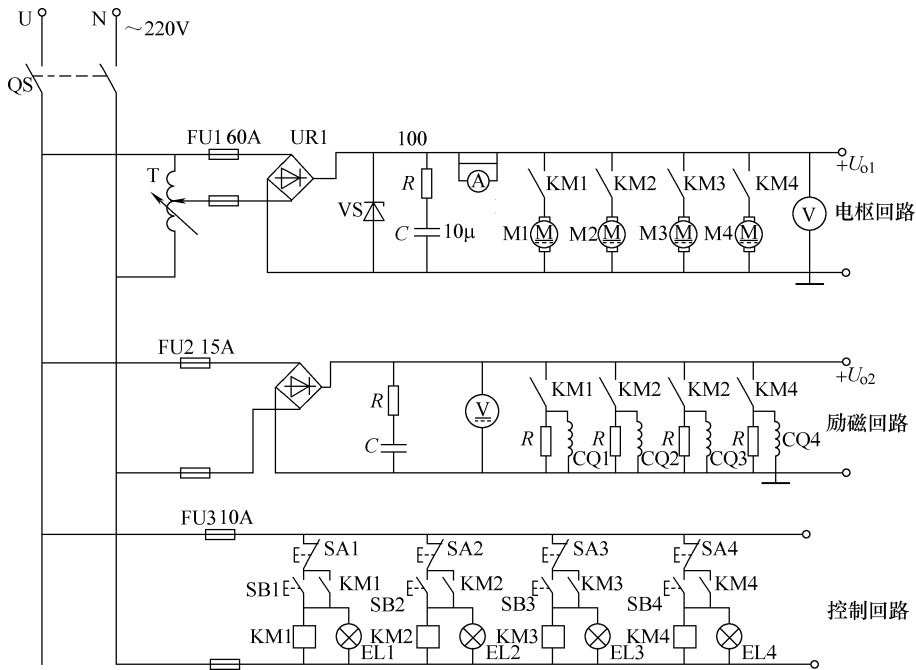


图 17-4 直流电动机电枢电压调速

(1) 电枢回路 电枢回路由调压器 T、整流桥 UR1、交流接触器 KM1~KM4、直流电机电枢 M1~M4 等组成，改变交流侧的电压，就改变了 UR1 的输出电压，改变了电枢回路的电压，也就改变了电机的转速。该电路可同时控制多台电机无级调速控制，也可单台控制。通过直流电流表 A 和输出电压表 V 随时监视电机的运行状态，根据工艺需要改变转速。

(2) 励磁回路 励磁回路需要单独电源供电给励磁绕组，经 UR2 整流取得。R 为放电电阻，CQ1~CQ4 为励磁绕组，KM1~KM4 为交流接触器的常开辅助触点。

(3) 控制回路 控制回路由 4 个交流接触器、启动与停按钮、指示灯组成，分别控制电枢回路和励磁回路的工作状态。其中，SA1~SA4 为停车按钮，SB1~SB4 为启动开车按钮，KM1~KM4 为交流 (220V) 接触器，信号灯 EL1~EL4 指示电动机的运行状态。

5. 并励直流电动机调速控制电路

图 17-5 所示为并励直流电动机启动、调速、制动控制电路。该电路采用串电阻启动，改变励磁电流调速，能耗制动，适用于小容量的直流电动机。由于接触器线圈的工作电源采用交流供电，减小了直流电源的容量。

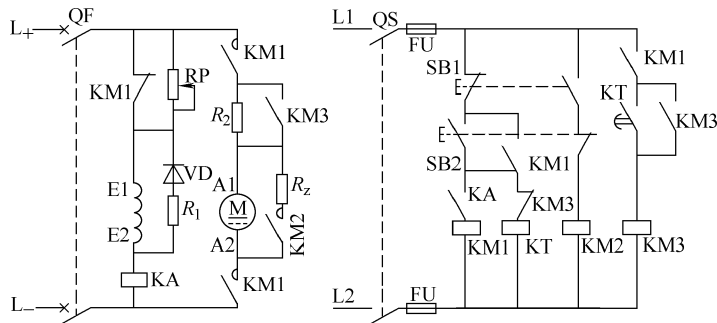


图 17-5 并励直流电动机调速电路

起动时，合上低压断路器 QF 和电源开关 QS，欠电流继电器 KA 得电吸合，为起动电动机做好准备。按下起动按钮 SB2，接触器 KM1 得电吸合并自锁，KM1 主触头闭合，电枢绕组串联电阻 R 起动。同时时间继电器 KT 得电，经过一段时间的延时后，KT 延时常开触头闭合，KM1 线圈得电吸合并自锁，KM3 主触头闭合，将起动电阻尺：短接切除，电动机起动完毕，与此同时，KM2 常闭触头断开，时间继电器 KT 线圈也断电释放。

调节变阻器 RP，可改变励磁电流的大小，变阻器增大，励磁电流减小，电动机转速升高；反之转速降低。停机时，先调节变阻器 RP，使电动机转速降至最低，然后按下停止按钮 SB1，接触器 KM2、KM3 断电释放，电枢绕组断电，KM1 常闭触头将 RP 短接，以保证电动机在强励磁情况下进行能耗制动，同时制动接触器 KM2 得电吸合，KM2 常开触头闭合，制动电阻 R 并联在电枢绕组两端，限制制动时的电枢电流，从而使电动机迅速平稳制动。

6. 双速电动机调速电路

某些生产机械常采用双速电动机来工作，以扩大调速范围，例如车床等。

如图 17-6 所示是双速电动机定子绕组的接线方法和双速电动机的控制电路。

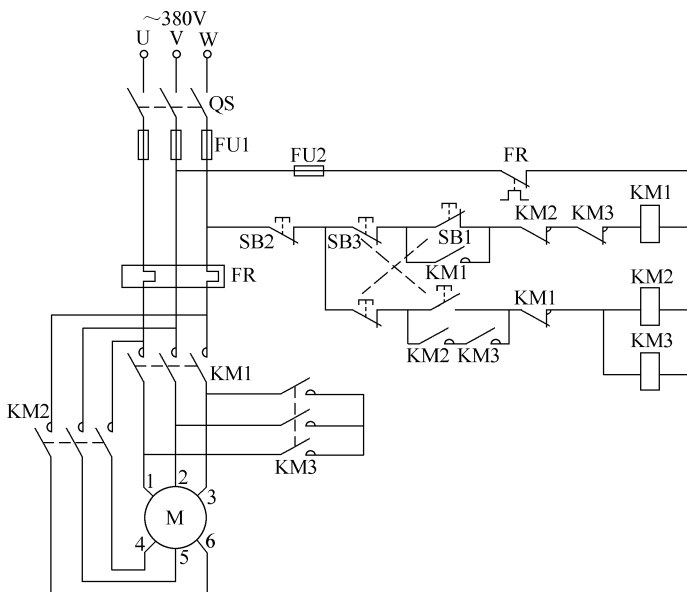


图 17-6 双速电动机调速电路

工作原理如下：按下低速起动按钮 SB，低速接触器线圈 KM1 通电，电动机低速运转。此时电动机的绕组 Δ 联结。如需换为高速运转，可按下高速起动按钮 SB2，于是线圈 KM1 断电，高速接触器线圈 KM2、KM3 接通，电动机高速运转。此时电动机绕组 Y 并联。

7. 转差电动机调速电路

电磁调速控制器用于电磁调速电动机（又称转差电动机，简称滑差电机）的速度控制，实现恒转矩无级调速。

图 17-7 所示为常用的 JD1A 型电磁调速控制器的电气原理图。

JD1A 型电磁调速控制器由速度调节器、移相触发器、晶闸管整流电路及速度负反馈等环节所组成。速度指令信号电压和速度负反馈信号电压比较后，其差值信号被送入速度调节器进行放大，放大后的信号电压与锯齿波相叠加，控制了晶体管的导通时间，产生了随着差值信号电压改变而移动的脉冲，从而控制了晶闸管的导通角，使滑差离合器的励磁电流得到了控制，即滑差离合器的转速随着励磁电流的改变而改变。由于速度负反馈的作用，故使滑差转速电动机实现恒转矩无级调速。

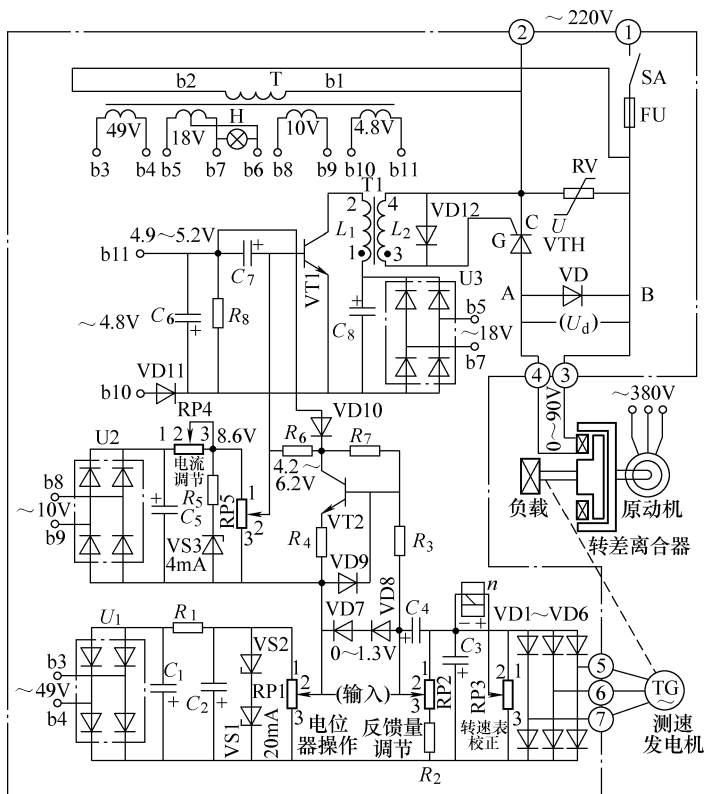


图 17-7 滑差电机调速电路

8. 电动机变频调速电路

电动机的频率控制由给定的速度电压 U_{FCT} 经积分、绝对值环节和电压/频率变换后加到 FCT 端，积分环节的主要作用是控制 SPWM 基波频率的上升速度；改变频率的同时需要成比例地改变电压，这通过对 4752 的 VCT 端进行控制来实现，注意，在低频时应进行磁通补偿；由 4752 产生的 SPWM 波经芯片驱动输出端输出，控制逆变器的功率器件的通断，实现异步电动机的变频调速，如图 17-8 所示。

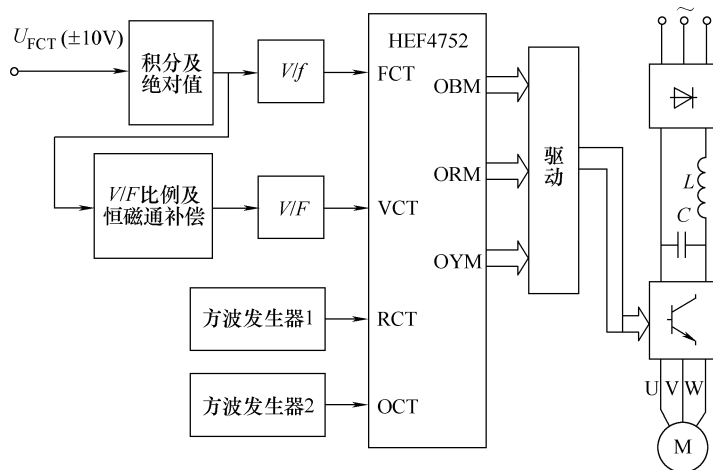


图 17-8 电动机的变频调速电路

9. 电动机正反转变频调速电路

电动机正反转变频调速电路如图 17-9 所示。

正转时, 按下按钮 SB, 中间继电器 K 得电吸合并自锁, 其两副常开触头闭合, IRF-COM 接通, 同时时间继电器 KT 得电进入延时工作状态, 待延时结束后, KT 延时闭合触点动作, 使交流接触器 KM 得电吸合并自锁, 电动机正转运行。

欲要使 M 反转, 在 IRF-COM 接通后, 变频器 UF 开始运行, 其输出频率按预置的升速时间上升至与给定相对应的数值。当按下停止按钮 SB3 后, K 失电释放, IRF-COM 断开, 变频器 UF 输出频率按预置频率下降至 O, M 停转。按下反转按钮 SB2, 则反转继电器 K 得电吸合, 使接触器 KM2 吸合, 电动机反转运行。

为了防止误操作, K1、K2 互锁, 为频率给定电位器, 须用屏蔽线连接。时间继电器 KT 的整定时间要超过电动机停止时间或变频器的减速时间。在正转或反转运行中, 不可关断接触器 KM1 或 KM2。

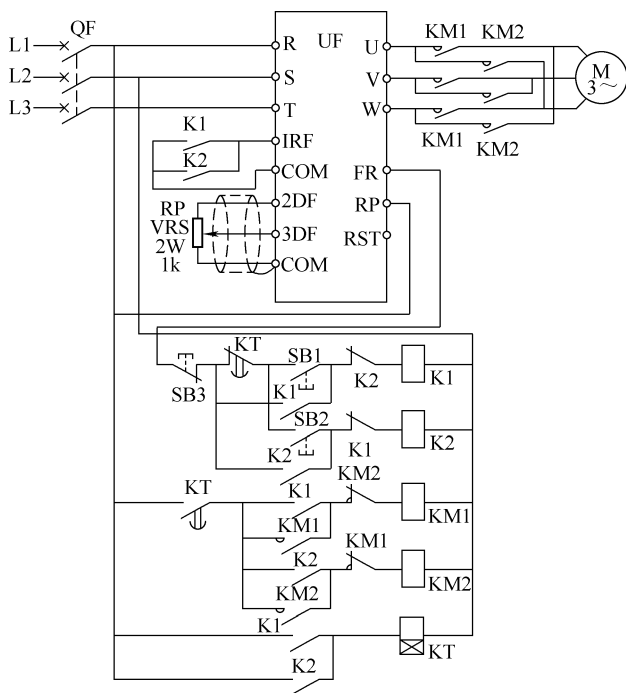


图 17-9 电动机正反转变频调速电路

10. 单相交流电动机调速电路

单相交流电动机无级调速电路如图 17-10 所示。图中 C_2 和 RP 组成阻容移相桥, 调节 RP, 便可改变移相电桥输出的交流电压的相位, 经过整流桥 UR2 加在 VTH 门极上, 控制 VTH 的导通角, 从而改变电动机 M 的工作电压, 实现无级调速。

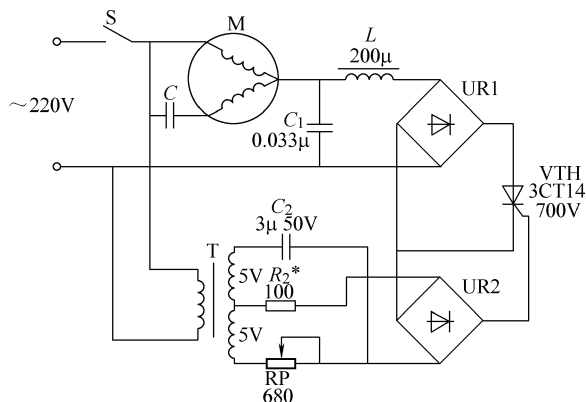


图 17-10 单相交流电动机无级调速电路

11. 风扇电动机调速电路

电风扇电动机调速电路, 能对风扇电动机进行无级调速, 还能使电风扇产生模拟自然风。

(1) 电路组成 该电风扇电子调速器电路由电源电路、可控振荡器和控制执行电路组成, 如图 17-11 所示。

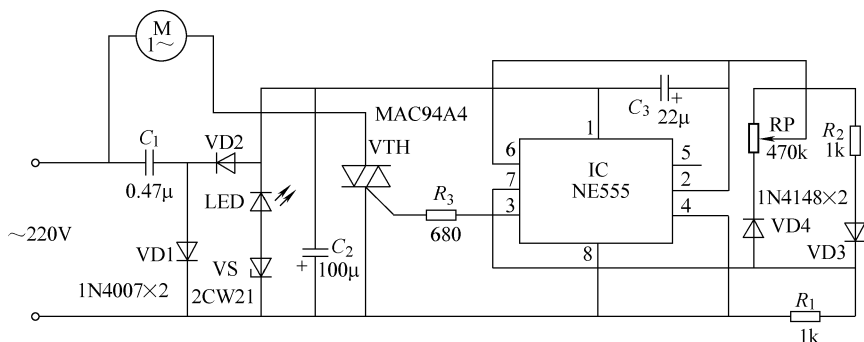


图 17-11 风扇电动机调速电路

电源电路由降压电容器 C_1 、整流二极管 VD1、VD2、滤波电容器 C_2 、电源指示发光二极管 LED 和稳压二极管 VS 组成。

可控振荡器由时基集成电路 IC、电阻器 R_1 、 R_2 、电容器 C_3 、电位器 RP 和二极管 VD3、VD4 组成。

控制执行电路由风扇电动机 M、晶闸管 VTH、电阻器 R_3 和 IC 第③脚内电路组成。

(2) 电路原理 交流 220V 电压经 C_1 降压、VD1 和 VD2 整流、 C_2 滤波、LED 和 VS 稳压以后, 为 IC 提供约 10V 的直流电压。

可控振荡器振荡工作后,从 IC 的③脚输出周期为 10s、占空比连续可调的振荡脉冲信号,利用此脉冲信号去控制晶闸管 VTH 的导通状态。

调节 RP 的阻值, 即可改变脉冲信号的占空比 (调节范围为 $1\% \sim 99\%$), 控制风扇电动机 M 转速的高低, 产生模拟自然风 (周期为 10s 的阵风)。

改变 C_3 的电容量, 可以改变振荡器的振荡周期。

12. 吊扇电动机调速电路

吊扇一般采用电感式多挡调速开关,降压电感器本身要消耗一定的电能。本电路为五挡位吊扇调速电路。

(1) 电路组成 该吊扇电子调速器电路由电源电路、控制电路和状态指示电路组成,如图 17-12 所示。

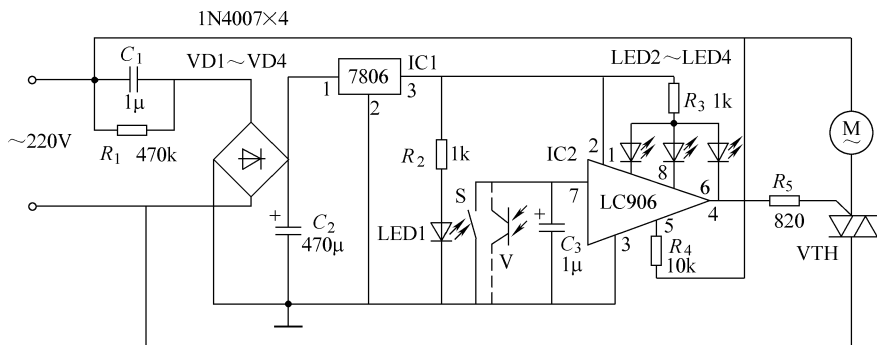


图 17-12 吊扇电动机调速电路

电源电路由降压电容器 C_1 、电阻器 R_1 、整流二极管 VD1~VD4、滤波电容器 C_2 和三端集成稳压器 IC1 等组成。

控制电路由按钮 S、集成电路 IC2、双向晶闸管 VTH 和阻容元件组成。

状态指示电路由电源指示发光二极管 LED1 和控制挡位指示发光二极管 LED2~LED4 等组成。

交流 220V 电压经 C_1 降压、VD1~VD4 整流、 C_2 滤波及 IC1 稳压后, 产生直流 6V 电压, 作为 IC2 的工作电源。

(2) 电路原理 当按动按钮 S 时, IC2 的⑦脚将输入一个低电平触发脉冲, IC2 的④脚将输出相应的控

制信号。若顺次按动 S 时, 则 IC2 的④脚会按 1 挡→2 挡→3 挡→4 挡→5 挡→关断→1 挡…循环变化, 其输出脉冲信号由弱逐级变强, 使双向晶闸管 VTH 的导通角逐渐变小, 使吊扇电动机的工作电压由低变高, 从而实现了调速功能。

若用一只光敏晶体管或光敏电阻器来代替按钮 S, 则可以用手电筒的光照来遥控吊扇。该电路还可以用作吊灯或壁灯的调光控制。

13. 直流电动机调速电路

220V 交流电经整流桥 UR 整流后, 通过晶闸管 VTH 加到直流电动机的电枢绕组上, 还直接向励磁绕组提供励磁电流; 与此同时, 还通过 R、RP、电动机的电枢绕组向 C 充电, C 上的充电电压为上正下负。当 C 上充电电压达到晶闸管 VTH 的导通电压时, VTH 导通, 整流电压通过 VTH 加到直流电动机的电枢绕组上, M 起动运转。调节脉冲, 就能改变晶闸管 VTH 的导通角, 从而改变输出电压的大小, 实现直流电动机的调速, 电路如图 17-13 所示。

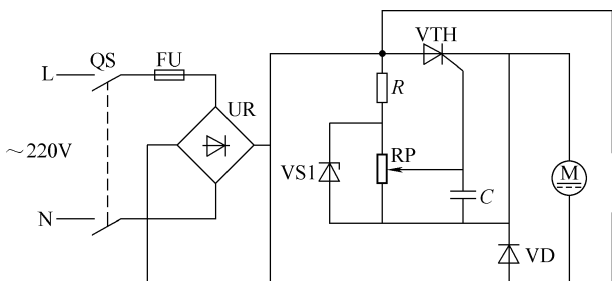


图 17-13 直流电动机调速电路

14. 电动机电子调速电路 (一)

电动机电子调速控制器, 具有定时控制功能, 其输出交流电压范围为 30~215V, 定时时间为 5~60min。

(1) 电路组成 该电动机电子调速控制器电路由电源电路、定时控制/触发脉冲发生器电路和控制执行电路组成, 如图 17-14 所示。

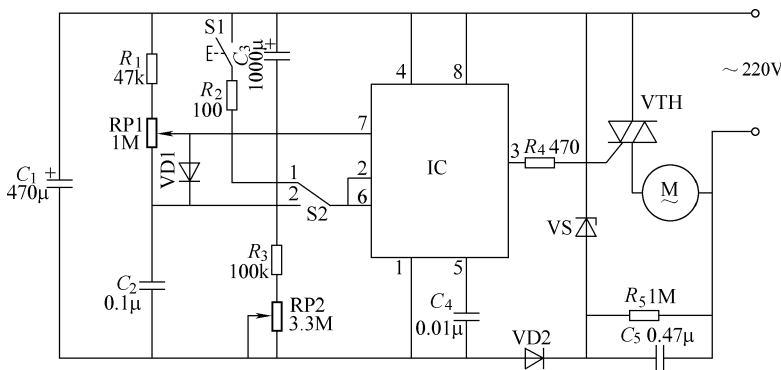


图 17-14 电动机电子调速电路 (一)

电源电路由降压电容器 C_5 、稳压二极管 VS1、整流二极管 VD2、滤波电容器 C_1 组成。

定时控制/触发脉冲发生器电路由时基集成电路 IC、控制开关 S1、定时/调压选择开关 S2、电阻器 $R_1 \sim R_3$ 、电位器 RP1、RP2、电容器 $C_2 \sim C_4$ 组成。

控制执行电路由电阻器 R_4 和晶闸管 VS 组成。

交流 220V 电压经 C_5 降压、电阻器 R_5 、VS1 稳压、VD2 整流及 C_1 滤波后, 为 IC 提供 12V (V_{CC}) 直流工作电压。

(2) 电路工作原理 将 S2 置于“1”位置时, IC 和外围元件组成定时控制电路。使用时, 按一下 S1, C_3 通过 R_2 和 S1 迅速放电, 使 IC 的②脚⑥脚为高电位, ③脚输出低电平, VT 受触发而导通, M 通电运转。与此同时, +12V 电压经 RP2 和 R_3 对 C_3 充电, 使 IC 的②脚、⑥脚电压逐渐降低。当两脚电压降至 $V_{CC}/3$ 时, IC 的③脚输出高电平, 使 VT 截止, 定时时间结束, M 的工作电源被切断。调整 RP2 的阻值,

可以改变 C_3 的充电时间, 从而改变定时关闭电源的时间。

将 S2 置于“2”位置时, IC 和外围元器件组成触发脉冲发生器电路。IC 的③脚输出频率约 13Hz、占空比可调的触发脉冲, 用来控制 VTH 的导通角。调整 RP1 的阻值, 可以改变触发脉冲的宽度, 控制 VTH 导通角的大小, 从而改变 M 的运转速度。

15. 电动机电子调速电路 (二)

电动机电子调速电路如图 17-15 所示。电路具有简单, 容易制作, 可用于小型单相交流电动机的转速控制。

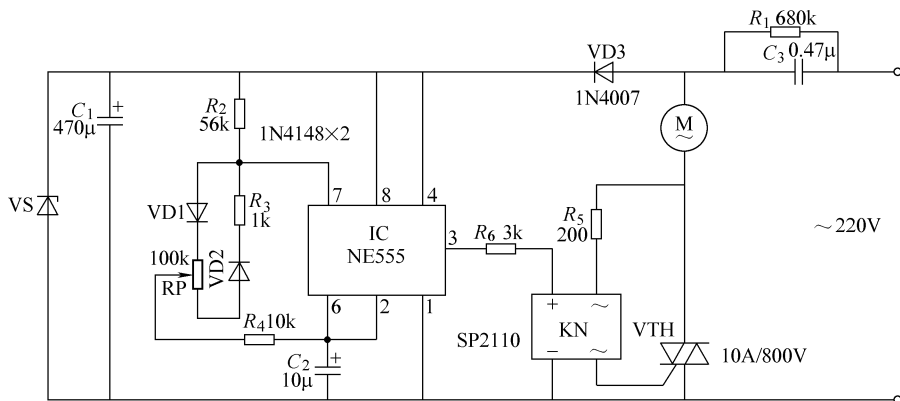


图 17-15 电动机电子调速电路 (二)

(1) 电路组成 该电动机电子调速控制器电路由电源电路、超低频振荡器和控制执行电路组成。

电源电路由降压电容器 C_3 、泄放电阻器 R_1 、整流二极管 VD3、滤波电容器 C_1 和稳压二极管 VS 组成。超低频振荡器由时基集成电路 IC、电阻器 $R_2 \sim R_4$ 、电位器 RP、电容器 C_2 和二极管 VD1、VD2 组成。控制执行电路由固态继电器 KN (SSR)、晶闸管 VTH 和电阻器 R_5 、 R_6 组成。

(2) 电路原理 交流 220V 电压经 C_3 降压、VD3 整流、 C_1 滤波和 VS 稳压后, 为 IC 提供 +12V 工作电压。

超低频振荡器通电工作后, 从 IC 的③脚输出频率为 1Hz 左右的超低频脉冲信号。此脉冲信号加在固态继电器 KN 的控制端 (正端), 通过控制 KN 的通与断 (脉冲信号为正脉冲时, KN 导通; 脉冲信号为负脉冲时, KN 截止), 来控制 VTH 的导通角。

调整 RP 的阻值, 可改变 IC 的③脚输出脉冲信号的占空比。脉冲信号的占空比越大, 在单位时间内 VTH 的导通时间就越长, 电动机 M 的工作电压也越高, 运转速度也越快。

16. 无线电遥控调速电路

(1) 电路组成 该电动机电子调速控制器电路由无线遥控发射电路和无线遥控接收控制电路组成, 如图 17-16 所示。

无线遥控发射电路由低功耗无线遥控发射集成电路模块 IC1、时基集成电路 IC2、二极管 VD1 和 VD2、电阻器 $R_1 \sim R_3$ 、电位器 RP 和电容器 C_1 组成。

无线遥控接收控制电路由低功耗无线遥控接收集成电路模块 IC3、稳压二极管 VS1、VS2、电阻器 $R_4 \sim R_7$ 、二极管 VD3、晶体管 VT、固态继电器 KN (SSR) 和晶闸管 VTH 组成。

(2) 电路原理

1) 无线电信号发射: IC2 和 $R_1 \sim R_3$ 、RP、VD1、VD2、 C_1 组成的占空比可调的超低频脉冲振荡器。该振荡器输出频率为 1Hz 左右的方波脉冲信号作为控制信号, 加至 IC1 的电源端, 使 IC1 发射超短波无线电信号。

2) 接收电路: VD3、 R_4 、 R_5 、 C_2 、 C_3 和 VS1、VS2 组成无线遥控接收电路的电源电路。220V 交流电压经 VD3 整流、 R_1 限流降压、 C_2 滤波及 VS2 稳压后, 产生 +12V 电压, 供给固态继电器 KN。

+12V 还经 R_1 限流降压、VS1 稳压及 C_3 滤波后, 产生+5V 电压, 作为 IC3 的工作电源。

IC3 接收 IC1 发射的超短波无线电信号, 并对该信号进行解码等处理。在无信号时, IC3 的②脚输出低电平, VT 处于截止状态, KN 处于关断状态。

3) 调速: 当 IC3 接收到无线电信号后, 其②脚输出高电平, 使 VT 和 KN 导通, 改变晶闸管 VTH 的导通角, 从而改变电动机 M 转速的高低。

调整 RP 的阻值, 可改变超低频脉冲振荡器输出方波脉冲的占空比。方波脉冲信号的占空比越大, 在单位时间内 VT 导通的时间就越长, M 的工作电压也越高, 转速也越快。

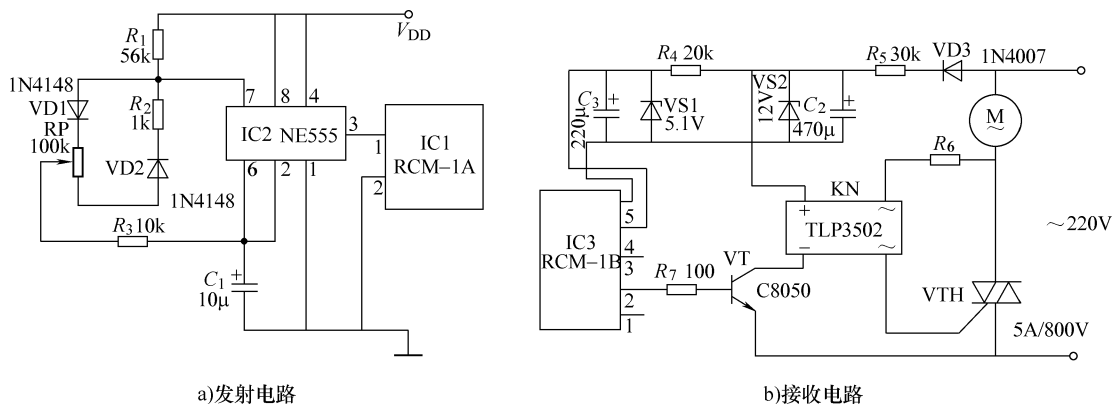


图 17-16 无线电遥控调速电路

17. 直流电动机改变励磁电阻和改变电枢电阻调速电路

利用改变电枢电阻 R_{a1} 及改编励磁电阻 R_n 调速。

1) 合上开关 QS 后, 电动机起动, 立即将 R_{a1} 调至零, 并测量此时的电动机转速 n 及励磁绕组 L 中电流 I_f , 随后逐渐增大 R_n , 使 I_f 减小, n 增加, 直至转速增加到 $n=1.2n_N$ 为止。此过程中, 随后将 R_n 调回到零。

2) 在 $R_n=0$ 时, 逐步增大 R_{a1} , 使转速 n 下降, 直至 R_{a1} 为最大值为止, 转速为零。

电路如图 17-17 所示。这两种调速方法任选一种均可实现直流电机调速。

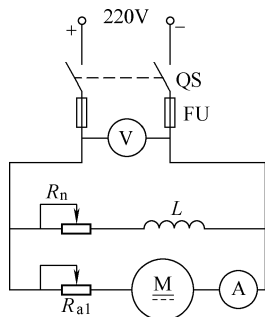


图 17-17 直流电机调速电路

18. 恒转矩调速电路

恒转矩调速属于串级调速: 这是随着电力电子技术的发展而出现的调速方法, 它只适用于绕线转子异步电动机, 不仅能做到无级调速, 且效率高, 其工作原理如图 17-18 所示。

图中 E_{2s} 为转子在不同转速下感应出的转差频率电动势, 经三相整流桥变成直流动势 E_D , 再由逆变器桥变成交流电, 经逆变变压器 T1 送回电网。

逆变电路直流侧的平均电压 (逆变电压) U_β 可以看作是转子回路中的反电动势, 改变逆变角, 则 U_β

为了限制直流电流脉动,改善换向并使电流连续,电路中接入平波电抗器 L_d 。由于单结晶体管的触发脉冲宽度很窄,串接电抗后会引起触发时,晶闸管电流上升不到擎住电流脉冲已消失,使管子重新关断,故在电抗器两端并联 $1k\Omega$ 电阻。此电阻还可在主电路突然阻断时,为电抗器提供放电回路。

为了加快制动停车,采用能耗制动,由电阻 R_g 与主电路接触器常闭触点组成制动环节。

电动机励磁由单独整流电路供电,为了防止电动机失磁而引起“飞车”事故,在励磁电路中,串接欠电流继电器 KA,动作电流可通过电位器 RP5 进行调整。整流桥交直流侧都设置了阻容保护。

(2) 触发控制电路 触发电路采用由单结晶体管组成的弛张振荡器,控制晶体管 VT1、VT2 的导通程度,实现对电容 C_1 充电快慢的控制,达到使触发脉冲移相的目的。为了增大输出脉冲的幅值与宽度,单结晶体管 VT3 的输出脉冲经 VT5 放大。VD2 为隔离二极管,使电容 C_6 两端电压被充至整流电压峰值,在 VT5 导通时, C_6 对脉冲变压器一次侧放电,以增加脉冲的功率与前沿陡度。VD5 可隔离 C_6 上电压对单结晶体管所需要的梯形电压的影响,二极管 VD1 同样起隔离作用。

电动机的转速调节是由电位器 RP3 控制的速度控制电压 U_c 与电压、电流反馈信号综合后送到晶体管 VT1 的基极来实现的。

电路还设置电流截止保护环节,过电流信号由电位器 RP4 上取出,当电流达到截止值时,稳压管 2CW9 击穿。使晶体管 VT4 饱和导通,将电容 C_1 近似短路,脉冲电路停发脉冲,使直流电流值下降。

20. 电风扇调速电路

电风扇的调速方法很多,如图 17-20 为串电抗器调速法,分 0、I、II、III 挡,用琴键开关控制。

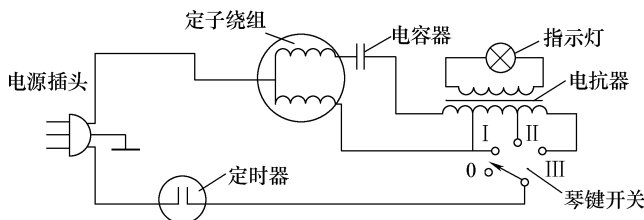


图 17-20 电风扇串电抗器调速电路

21. 定子绕组抽头法调速电路

如图 17-21 所示为定子绕组抽头法调速法,即从定子绕组分出几个抽头,0、I、II、III 挡,用琴键开关操作控制。各挡有不同的电压,从而得到不同的转速。

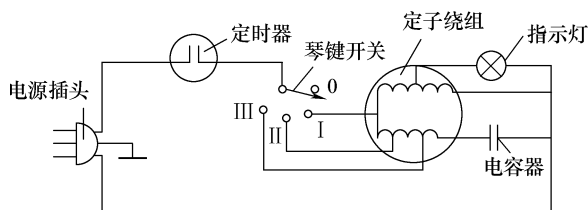


图 17-21 定子绕组抽头法调速电路

22. 电风扇自然风调速电路

自然风调速即电子调速。

电子调速大多利用晶闸管进行无级调速,如图 17-22 所示。它是利用双向晶闸管的电压导通角的可调性来实现的。该电路没有触点,速度可以连续可调。

如果设计一个电子电路,使晶闸管的触发信号电压能够自动地无规律地变化或有规律地变化,如输入电压信号,电动机的转速就会随之相应变化,从而得到随机自然风,或不随机的阵风 and 睡眠风。

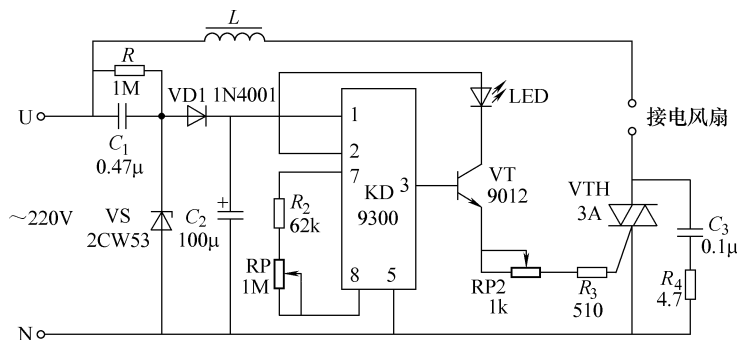


图 17-22 自然风扇调速电路

23. 三相交流电动机变频调速系统的主电路

由VTH构成的交流电机变频调速系统的主电路如图17-23所示。三相桥式整流电路由VD1~VD6组成。C是滤波电容。利用6只可关断晶闸管（VTH1~VTH6），驱动三相交流电动机M。可关断晶闸管的门极分别加上脉宽调制（PWM）触发信号，即可实现调速。图中，FU、TA、VTH构成保护电路。其中，熔断器FU作过电流保护，TA作过电压保护。电流互感器TA用以检测直流电流，一旦发生过电流现象，TA就通过控制保护电路使晶闸管VTH迅速导通，将故障电流旁路并使FU熔断，从而保护VTH不致损坏。

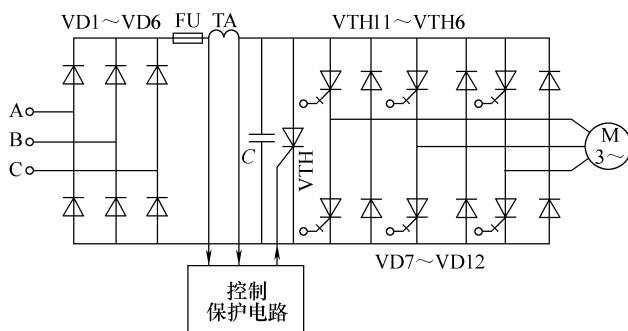


图 17-23 交流电动机变频调速系统的主电路

24. 电子稳速电路

稳速装置除了机械式以外，还有电子稳速。图17-24是直流电动机的电子调速电路。它的稳速过程是在电源电压 E_c 不变负载转矩增大的情况下，电动机电流 I_m 越上升，电阻 R_5 上的电压增大，晶体管VT1的发射结正向偏压随着上升。因此，VT1和VT2集电极电流同时增大，VT2集电极电压下降。因为VT2的集电极发射极和 R_5 并联，所以 R_5 上的电压也要下降，这样电动机两端的电压就上升，流过电动机的电流 I_m 跟着上升。维持电动机的转速不变。

如果电源电压 E_c 下降，在负载转矩不变的情况下，电动机的端电压 U_m 下降。这时候，由于 R_5 两端电压还没有变化，VT1发射极电压也就不变，由于电源电压下降，VT1基极电压也跟着下降。这样VT1发射结正向偏压上升，VT1、VT2集电极电流同时增大，VT2集电极电压下降，使 R_5 上的电压也下降，这就使电动机端电压上升，维持电动机转速不变。

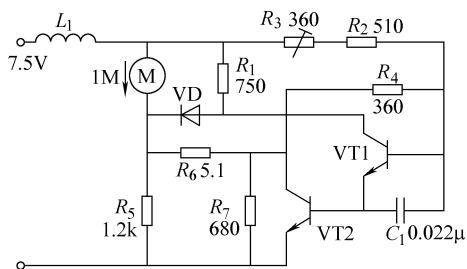


图 17-24 电子稳速电路

第 18 章 遥控电路

1. 红外遥控电路

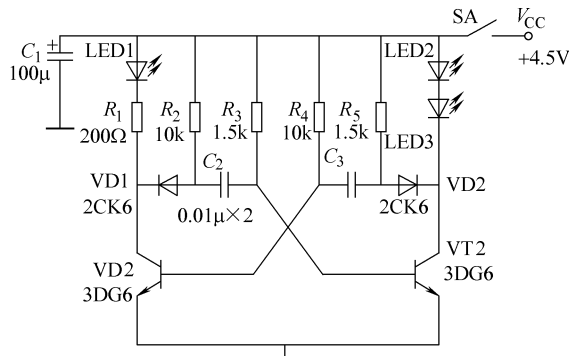
(1) 红外发射电路 该红外发射电路如图 18-1a 所示。由晶体管 VT1、VT2 和阻容元件等构成一个多谐振荡器。多谐振荡器的工作原理是： R_3 、 R_4 分别是 VT2、VT1 的基极偏流电阻，合上开关 SA 加上电源电压后，VT2 优先导通，其集电极呈低电平“0”，此低电平经 VD2、 C_3 耦合至 VT1 的基极，使 VT1 截止。VT2 导通后， R_4 、VD2 和 VT 向 C_3 充电，充电的结果是使 C_3 带上左正右负的电荷，使 VT1 的基极电位开始升高。当基极电压升高至一定值后，VT1 导通，其集电极的下跳变电平经 VD1、 C_2 加至 VT2 的基极，使 VT2 由导通转为截止。过一会儿后，VT1 转为截止，VT2 导通。VT1、VT2 交替导通、截止，如此地循环下去。所以叫做无稳态多谐振荡器。

其振荡频率主要取决于充放电时间常数 R_4 、 C_3 和 R_3 、 C_2 。

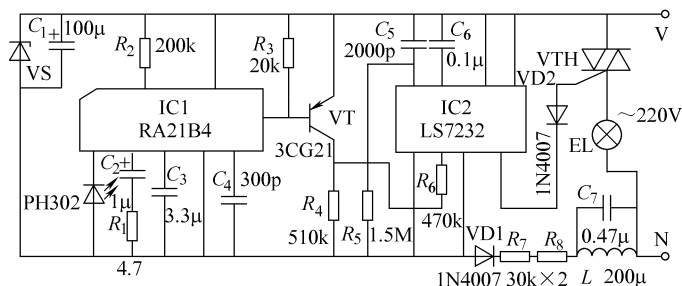
VT1、VT2 起振后的交替导通和截止，接于其集电极上的 LED2、LED3 和 LED1 交替发出红外光和红色光。LED 的可见光用于监视振荡器的工作正常与否，即指示工作状态。

(2) 红外线接收电路 当红外接收管接收到发射器发出的遥控信号后，经 KA2184 处理后由⑦脚输出低电平。这一低电平直接加到 VT 的基极，使其导通，它的集电极输出的电流在 R_4 上端形成一个高电平输出。这一高电平通过 R_6 加至调光电路 LS7232 的辅助输入端（⑥脚），作为调光的控制信号。

接收电路如图 18-1b 所示，它是一个红外遥控调光电路，当它的⑥脚输入触发信号后，它的⑧脚就会连续输出控制双向晶闸管导通角的控制脉冲，使双向晶闸管的导通角在 $41^\circ \sim 160^\circ$ 之间变化。随着双向晶闸管导通角的变化，电灯也由暗变亮或由亮变暗，从而实现了电灯的调光控制。



a) 多谐振荡红外发光电路



b) 接收电路

图 18-1 红外遥控调光电路图

在调光过程中，当需要电灯由暗变亮时，可按住遥控器的发射按键不断发送控制信号。这时可以看到电灯在逐渐变亮，当达到所需亮度时，立即松开发射按键，这时电灯的亮度便停留在这个位置上。如果连续按下去，电灯又会由亮逐渐变暗，直至熄灭。

需要注意的是：LS7232 是一种 PMOS 型集成电路，因此它的电源极性与常用的 CMOS 电路相反，即它的 V_{DD} 电源端应当接电源的负极，而 V_{SS} 端则应接电源的正极。

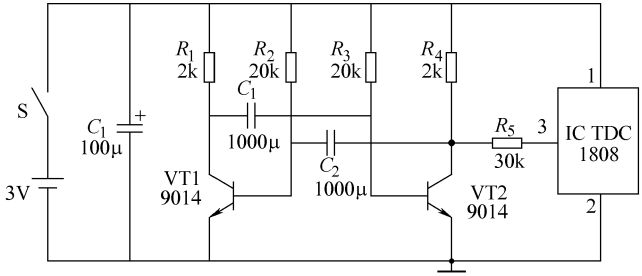
本电路电源仍采用交流供电、电容 C_7 降压、二极管 VD1 半波整流。与其他电容降压的供电电路不同的是，该电源的降压电容 C_7 并联了一只 $220\mu\text{H}$ 的电感，它的作用是用来吸收 LS7232 所产生的谐波，防止它通过电源线干扰其他用电器。

2. 无线电遥控门铃电路

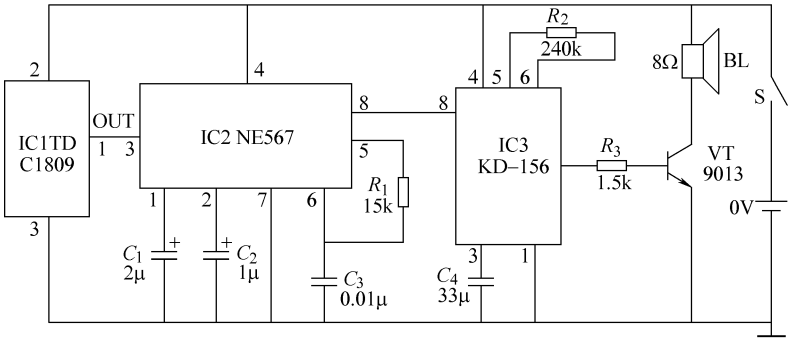
采用 TDC1808 和 TDC1809 专用无线电遥控发射/接收模块组成的遥控电路，可以对门铃进行遥控，可以简化电路，降低成本。遥控距离在 15~60m 之间，特别适用于高层建筑。

(1) 工作原理

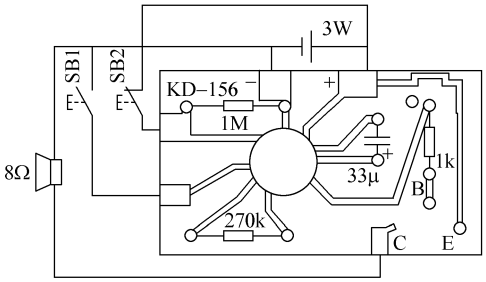
1) 发射电路：图 18-2a 是遥控发射器电路原理图。晶体管 VT1 和 VT2 组成多谐振荡器，在 VT2 的 c 极产生 $20\text{kHz}/2.5\text{V}$ 的方波信号，经 R_5 限流后送入遥控发射模块 IC (TDC1808) 的输入端，在其内部进行脉冲调制，最后由内部天线将 300MHz 的无线电波发射出去。



a) 发射电路



b) 接收电路



c) 音乐片KD-156

图 18-2 无线电遥控门铃电路

2) 接收电路: 接收电路如图 18-2b 所示。当接收器遥控接收模块 IC1 (TDC1809) 接收到发射器发出的无线电波时, 内部电路即将接收信号解调成方波信号, 并从其输出端①脚送到 IC2 的第③脚, 然后由 IC2 进行选频解码。当⑤、⑥脚外接的电阻 R_1 、电容 C_3 的时间常数与送入的方波频率一致时, ⑧脚由高电平变为低电平, 触发双音门铃集成电路 IC3 (KD-156) 的⑧脚, IC3 输出信号, 经 VT 放大后推动扬声器发出“叮咚”声或“鸟叫声”。

3) 音乐片 KD-156: KD-156 是浙江萧山晶龙电子有限公司生产的集成电路音乐片, 其电路结构如图 18-2c 所示。有兴趣的读者, 可以组装一个不需遥控的音乐门铃。两个按钮分别按下去, 则发出“叮咚”声和“鸟叫声”。

(2) 元器件选择 IC 选用 TDC1808 专用无线电遥控发射集成模块。

VT1、VT2 均选用 9014 晶体管。

IC1 选用 TDC1809 专用无线电遥控接收集成模块; IC2 选用 NE567 集成块; IC3 选用 KD-156 集成块。VT 选用 9013 晶体管。

电源选择, 可将两节 5 号或 7 号电池 (3V) 用为电源, 这时有效控制距离可达 30m。如果想扩大控制距离, 可以提高电源电压, 但电压不宜超过 12V。

其他元器件的选用如图 18-2b 所示, 无特殊要求。

3. 由 RCM-1A/RCM-1B 组成的无线电遥控电路

发射电路只用一块无线发射模块 A1 构成, 接收器则由微型无线接收模块 A2、微功耗单稳态触发器 A3 等部分组成。

利用 RCM 系列集成电路做成的简单收发无线遥控电路, 该电路具有简单实用发射距离短等特点。

(1) 发送电路 发射电路采用 RCM1A 专用发射模块, 使用 3V 电源供电, 接通电源后就向四周发射无线电遥控信号。

(2) 接收电路 接收器中时基电路 A3 与晶体管 VT3 等构成电路设计独特的微功耗单稳态触发器, 平时晶体管均处于截止状态, 故 A3 的电源负端 V_{SS} 即①脚与地断开, 集成块处于失电状态, 因此不消耗电能, 同时③脚也不输出电压。此时整机待机电流仅 A2 的静态电流加上硅晶体管的穿透电流, 总和不足 1mA。如不采取特别设计, 时基电路 NE555 的静态耗电要高达 5~10mA。

当按下 SB 时, 接收模块的②脚输出高电平 VT1~VT3 随之相继导通, 时基电路 A3 得电工作, 由于 VT1 导通, 其集电极即时基电路的触发端②脚为低电平, 故时基电路 A3 进入暂稳态, 输出端③脚输出高电平, 一路经 R_7 点亮发光管 LED1 与 LED2 发光, 同时两只发光管又兼做稳压管, 输出约 3.2V 直流电压向外供电。另一路经二极管 VD 向 C_4 充电, 因充电时间常数极小, C_4 很快充满电荷, 并经电阻 R_5 向晶体管 VT3 馈送基极电流, 使 VT3 自锁。即当松开发射按钮 SB, 接收模块的②脚恢复低电平, 虽然 VT1、VT2 由原来的导通状态转为截止状态, 但 VT3 仍能保持导通, 故 A3 仍能正常工作。在暂态时, A3 内部放电管截止, ⑦脚悬空, 正电源就可通过 R_5 向电容 C_2 充电, 使集成块的阈值端⑥脚电平不断升高, 当经过 $T=1.1R_5C_2$ 时, ⑥脚电平升至 $2/3V_{DD}$ 时, A3 复位进入稳定态, ③脚输出低电平, 同时内部放电管导通, 所以⑦、①脚被放电管短接, C_2 所充电荷将通过 A3 的⑦、①脚放电。由于电容 C_4 存在, 虽然③脚输出低电平时, LED 熄灭; 但 VT3 仍能维持短暂的导通状态, 其目的是使 A3 能维持短暂工作, 使内部放电管保持导通状态, 以便让 C_2 可快速放电, 为下次遥控提供充电条件。待 C_4 电荷基本放完后, VT3 恢复截止, 电路回到原先的待机状态。

(3) 元器件选择 A3 可选用 NE555、SL555、 μ A555 等时基集成电路, 具体已经在前面介绍过了, 不再重复。VT2 应采用 9012 型硅 PNP 晶体管, $\beta \geq 100$; 其余晶体管均可采用 9013 型硅 NPN 型管, $\beta \geq 100$ 。VD 为 2CK6 型开关二极管。LED1、LED2 可用普通圆形红色发光二极管。 E_1 为 2 节 7 号电池, 以缩小发射体积; E_2 可用 1 号电池三节。电阻全部采用 RTX-1/8W 型碳膜电阻器。 C_3 采用 CT1 型瓷介电容器, 其余电容均用 CD11-10V 型电解电容器。由于 NE555 的应用极为广泛, 所以在这里不再介绍。

它的优势是小巧玲珑, 安装方便, 应用较广, 电路如图 18-3 所示。

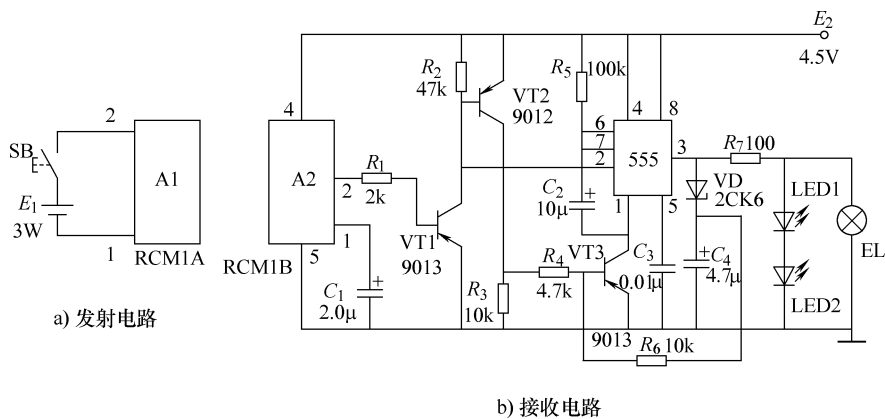


图 18-3 RCM 系列集成电路遥控电路图

4. 儿童丢失无线电遥控报警电路

儿童和高龄老人丢失的现象经常发生，到处寻找，给家庭带了不应有的巨大痛苦和经济损失；另外，也给不法分子、人贩子以可乘之机。为此，设计一个无线电遥控器，在儿童或高龄老人身上戴上一个发射器，在监护人身带一个接收器。当儿童或高龄老人离开监护（家长或保姆）距离 3~4 米时，监护人接到报警声，由于距离不远，很快可以发现，不易丢失。该装置特别适用于在节假日，商场、闹市等人群拥挤的场合。

该装置由发射器和接收器组成，其电路组成及原理分析如下：

(1) 发射器电路 发射器电路

如图 18-4 所示。当 VT3 导通后，给 VT1、VT2 加上正向偏压，VT1、VT2 组成自激多谐振荡器开始工作，产生频率为 1600 ~ 1800kHz 的高频等幅振荡信号，经 L_1 、 L_2 和 C_1 谐振选频回路，调整 C_1 的大小，选取需要的发送信号频率，经磁棒天线发射出去。

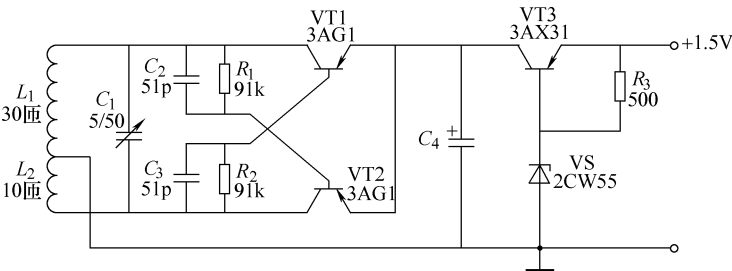


图 18-4 发射器电路

其中 L_1 、 L_2 分别用纱包线绕制 80 匝和 40 匝，微调电容 C_1 为 5~30pF。

(2) 接收器 接收器电路

接收器电路如图 18-5 所示。接收器天线 L_1 接收到发射器的信号后，经 L_2 和 C_1 调谐回路选出与发射器同频率的遥控信号，由于接收的信号很微弱，经 VT1、VT2、VT3 进行多级放大，推动四声集成音乐片工作，由于输出功率较小，经末级 VT4 放大后，使扬声器 Y 工作，发出音乐声，提醒监护人，寻找附近的儿童或老人。

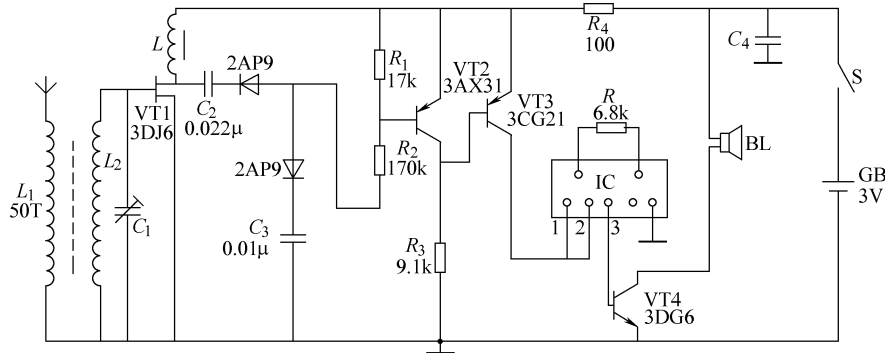


图 18-5 接收器电路

5. 收音机无线电遥控电路

(1) 性能特点 接收端利用普通收音机的耳机插孔输出的音频信号，再加少许电路构成，所以装置制作调试的难度大为降低，成本也低。遥控的距离决定收音机的灵敏度和发射端的功率，一般可有数百米。

(2) 发射器电路原理 发射端的电路如图 18-6a 所示。晶体管 VT1、VT2 及其外围阻容元件构成载波振荡器，振荡频率在短波 (SW) 或中波 (MW) 频段内。电感 L_2 和电容 C_1 组成振荡器的谐振回路，决定载波频率的高低。VT5、VT6 等构成音频振荡器，振荡频率为 500~1000Hz。音频信号对载波信号的调制通过 VT3、VT4 等实现，VT3、VT4 的工作状态受音频信号控制。VT3 导通，载波振荡器起振；反之，则停振。这样载波信号被调制，调制波耦合到 L_1 上，由天线向外发射。

(3) 接收器电路原理 如图 18-6b、c 所示。把插头 XP 插入收音机的耳机插座 XS，当收音机接收到发射机的信号后，从 XS 输出的音频信号由 VD1、VD2、 C_2 整流滤波，所得直流信号加到由 VT1、VT2 构成的复合管的基极，使其导通，继电器 KD 因此吸合。KD 吸合，可以利用它的常开与常闭触点接到任意负载电路中，实现接通或断开的无线遥控。

(4) 元器件选用 当利用收音机短波接收时，线圈 L_1 、 L_2 用 $\Phi 0.5\text{mm}$ 漆包线在 $\Phi 10\text{mm}$ 骨架（内装电子管收音机磁心）上，间绕 14 匝作为 L_2 ，中心抽头，在 L_2 的匝间绕 3~5 匝作为 L_1 。 C_1 可用 20pF 高频瓷片电容。

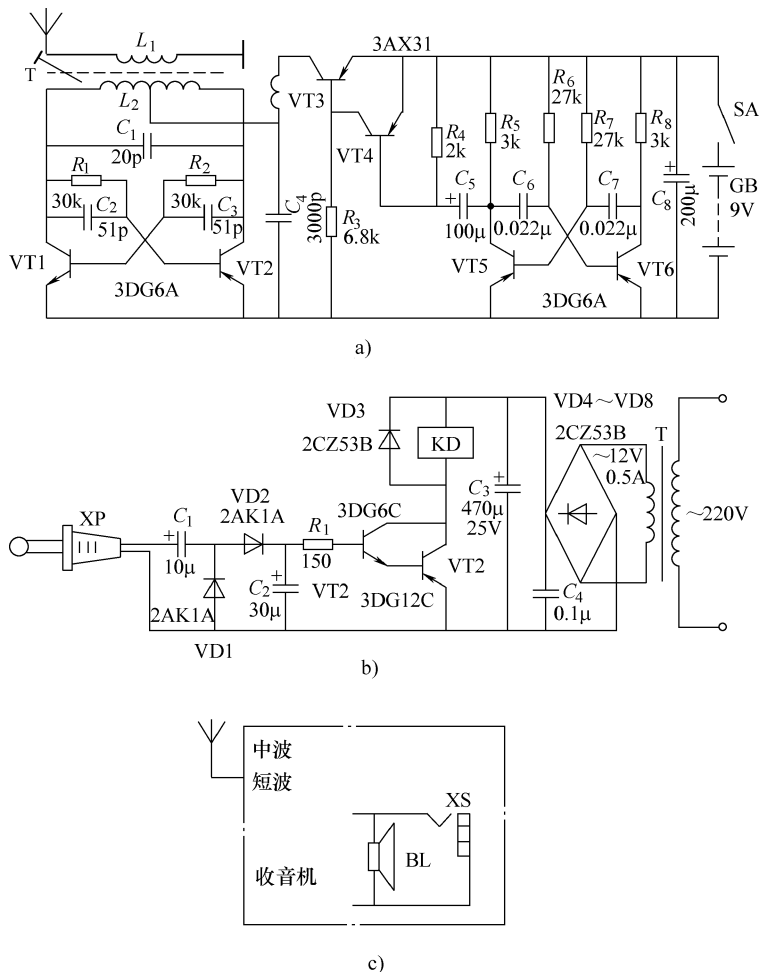


图 18-6 遥控电路原理图

当利用收音机中波接收时, L_1 、 L_2 用多股纱包线在中波磁棒上平绕 70 匝作为 L_2 , 中心抽头, 在 L_2 上平绕 25 匝作为 L_1 。 C_1 可用 270pF 的单连可变电容器。

高频扼流圈 L_3 用 $\Phi 0.07 \sim 0.1\text{mm}$ 漆包线在 $1\text{W}/4$ 、 $1\text{M}\Omega$ 的电阻上乱绕 80~100 匝即可。电器 KD 的选用要根据负载大小, 如用 JTX 或 JQX 系列的直流 12V 继电器, 则电源变压器 T 按输出 10V/0.3A 的要求设计制作。其余元器件选用可参考图示规格、型号和参数。

(5) 制作调试 发射端的工作时间很短, 电源可配用体积较小的层压电池, 所以可把发射端做得较小, 以便于携带。接收端的电路比较简单(收音机除外), 可用一个简易机壳, 安装在被控设备近旁。

调试时应与收音机配合, 首先开启收音机, 选择合适波段, 开大音量, 调节调谐旋钮至无台处, 然后调整发射器电路中 L_2 的磁心, 或者改变 C_1 的容量, 使收音机能接收到信号为止; 然后将 XP 插入 XS, 此时图 18-6b 中 C_2 两端应有直流电压, 使 VT1、VT2 导通, KD 吸合。

6. 微电脑红外空调遥控电路

本节介绍采用三星公司 THBT-T01/THBT-R01 专用发射/接收芯片, 由 80 个引脚组成的微电脑红外空调遥控器。KFR-24GW(J) 型是挂壁式空调器电控系统, 采用无线遥控和液晶显示。遥控器由红外遥控发射器和红外遥控接收器两部分组成。

(1) 遥控发射器

1) 遥控发射器功能与组成: 遥控发射器的前部装有紫色有机透明玻璃的红外指令信号辐射窗口, 发射器的功能是产生并向前方空间发射被 38kHz 调制信号调制的红外线, 用以控制空调器的运转与关停, 更好地实现空调器的各种功能, 并能在自身的液晶显示屏上显示出风速、温度、定时等多种功能符号。图 18-7 为发射器的原理框图。

遥控发射器的具体电路组成如图 18-8 所示。发射器主要由大规模集成电路芯片 $D1'$ (THBT-T01)、455kHz 晶体振荡器、32kHz 晶体振荡器、液晶显示屏 (LCD)、室温敏感电阻 RT、红外线发光二极管 (LED)、激励晶体管 VT、键盘开关矩阵电路等元件组成。该发射器由两节 5 号电池供电, 电压为 3V。

2) 双时钟脉冲振荡电路: 该发射器采用双时钟脉冲振荡电路, 其中由晶体 XTAL1, 电容 C_2 、 C_3 (100pF) 和 $D1'$ 的④⑦、④⑧脚组成 455kHz 时钟振荡器, 振荡器产生的 455kHz 的脉冲信号经分频以后产生 38kHz 载频脉冲。由晶体 XTAL2, 电容 C_4 、 C_5 (100pF) 和集成电路 $D1'$ 的④⑨、④⑩脚组成 32kHz (确切值为 32.768kHz) 的振荡器, 其输出信号主要供时钟电路和液晶显示电路使用。

3) 扫描脉冲发生器: $D1'$ 的③②~③⑤脚是扫描脉冲发生器的 4 个输出端, ④⑩~④⑫脚是键信号编码器的 3 个输入端。4 个输出端和 3 个输入端构成 4×3 键矩阵, 可以有 12 个功能键位。由于使用了 SB10 功能转换键, 实际上只用了 9 个键位, 这 9 个键位中的 6 个键 SB2~SB7 具有双重功能, 遥控器工作时, 单片机的③②~③⑤脚输出时序扫描脉冲。

$D1$ 为四列扁平塑封 80 脚专用微电脑芯片, 3V 电源经 R_2 降压以后接 AVREF, V_{SS} 接电源负极。

在集成电路内部, 有分频器、数据寄存器、定时门、控制器 (编码调制器)、键盘输入输出等电路。定时门能向键盘电路输出定时扫描脉冲, 在定时脉冲作用下, 键盘输出电路能产生数种相位不同的扫描脉冲。

4) 键盘矩阵电路: 发射器键盘矩阵电路由 4×3 矩阵开关组成。它与 $D1'$ 内的扫描脉冲发生器和键盘信号编码器构成了键控命令输入电路。键控输入电路根据按键矩阵不同键位输入的脉冲电平信号, 向数据寄存器输出相应码值的地址码。数据寄存器是一个只读存储器 (ROM), 预先存储了各种规定的操作指令码。

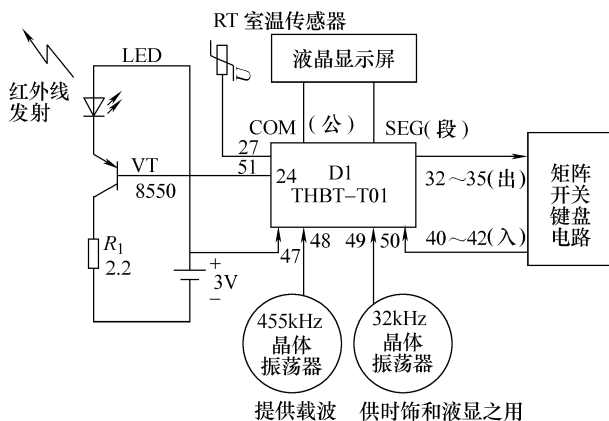


图 18-7 红外遥控器发射原理框图

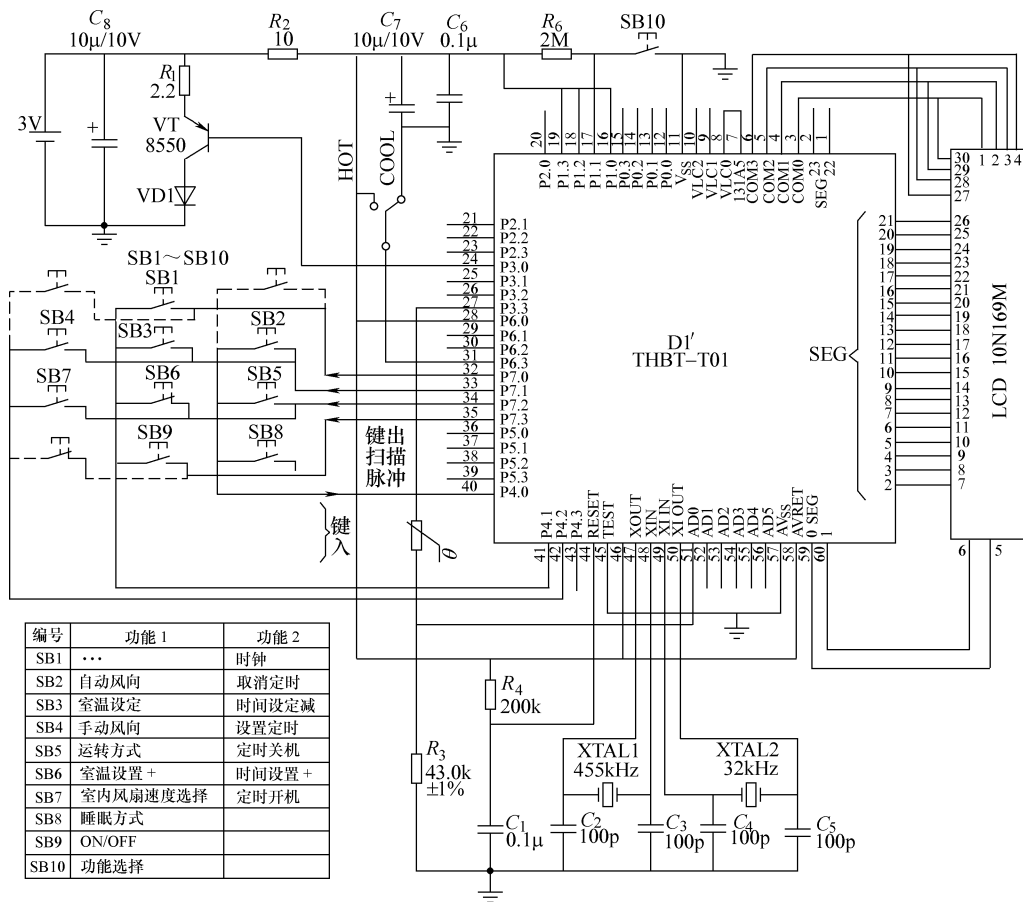


图 18-8 遥控发射电路

当闭合某个功能键时,相应的两条交叉线被短接,相应的扫描脉冲通过按键开关输入到 D1' 的④~④、②脚中的一个对应脚,使 D1' 中只读存储器的相应地址被读出,然后送到内部指令编码器转换成相应的二进制数字编码指令(以便遥控接收后微处理器识别),再送编码调制器。

5) 编码、调制、驱动、发射电路: 在编码调制器中, 38kHz 载频信号被编码指令调制, 形成调制信号, 再经缓冲级后, 从单片机的 24 脚输出至激励管 VT 的基极, 放大后推动红外发光二极管 (LED), 发出被 38kHz 调制信号调制的红外线, 通过发射器前端的辐射窗口向空间发射。

6) 液晶显示电路: LCD为液晶显示器。若在液晶正负电极上,加上极性相反的交流方波电压,就能显示字符和数字,反之不显示。液晶显示屏由D1'单片机多个引脚输出信号推动,其中D1'的③~⑥脚(COM0~COM3)与液晶显示屏的4个公共电极相连,D1'的⑩~⑫脚(SEG)分别与液晶显示屏相应的数字段电极相连,图中已明显标出。

7) 其他: 单片机 D1' 的④脚为复位端, 外接复位电阻 R_4 和电容 C_1 的作用是保证发射器起始工作状态正常。

本发射器的一个传输指令由 32 位二进制代码组成, 以脉冲间隔宽度来区分“0”、“1”码。

(2) 遥控接收器

1) 遥控接收器的组成与功能电路:

遥控接收器则是一块装有光敏二极管的专用集成电路，型号为 GK409。集成电路内部的光敏二极管接收发射器发来的红外线载波信号，解码电路则输出控制信号。红外线遥控接收器的工作电压 V_{CC} 为 5V。图 18-9 为遥控接收器原理框图。

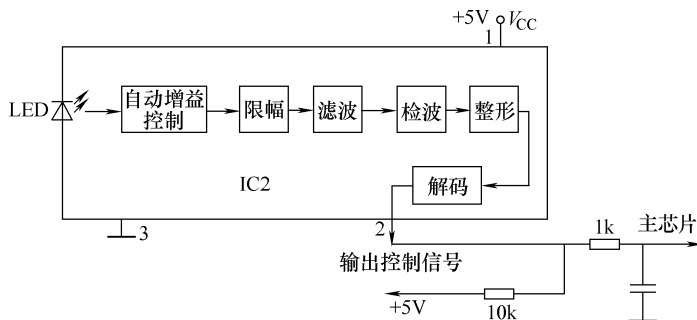


图 18-9 红外遥控器接收原理框图

KFR-24Gw(J) 型室内机组接收原理示意图如图 18-10 所示。由图可知, 电控部分的核心是韩国生产的微电脑主控芯片, 型号为 THBT-R01, 它有 42 个脚, 采用双列直插式封装。

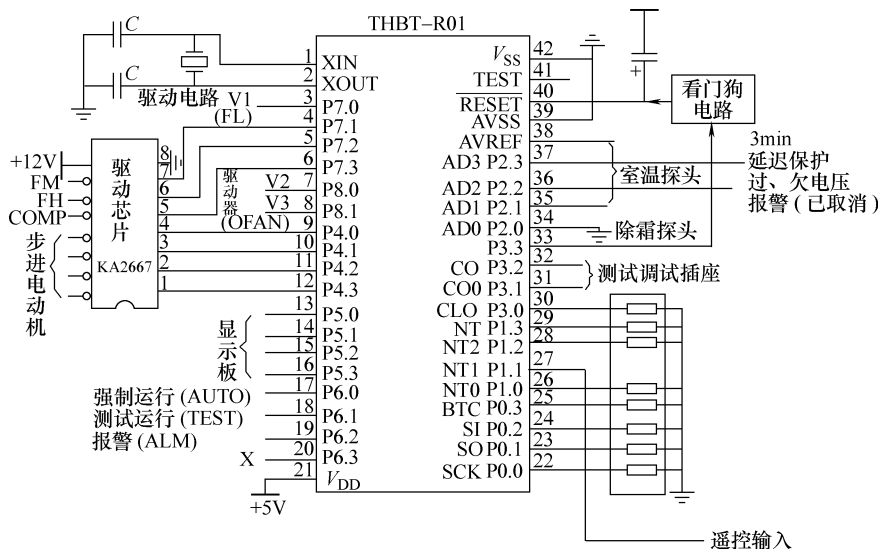


图 18-10 接收控制原理示意图

该接收器有人机对话功能, 遥控或手控指令信号输入时, 蜂鸣器驱动电路可以发出预先录制好的音响信号, 告知空调器的工作情况, 同时单片机还可以通过不同的发光二极管的发光来显示空调器的运行状态。

单片机的作用是根据内部编制好的软件固定程序对输入信号进行分析和判断, 然后输出控制信号给执行机构, 使空调器按照不同模式进行运转。单片机的内部程序还编有空调器的 5 种运转设定模式: ①自动运转; ②制冷; ③除湿; ④通风; ⑤制热。

单片机有 6 种控制功能: ①风门的开关与控制功能; ②定时功能; ③睡眠方式功能; ④自动除霜功能; ⑤过、欠电压报警功能; ⑥ 3min 延迟保护功能 (保护压缩机)。

2) 信号输入电路: 信号输入电路包括遥控信号输入电路和按键信号输入电路两部分, 如图 18-11 所示。遥控输入信号由遥控接收头 (X4) 和由 R_9 、 R_8 、 C_7 组成的信号处理电路处理。处理后的信号以一串连续编码直接输入到单片机的 27 脚, 单片机依据解码

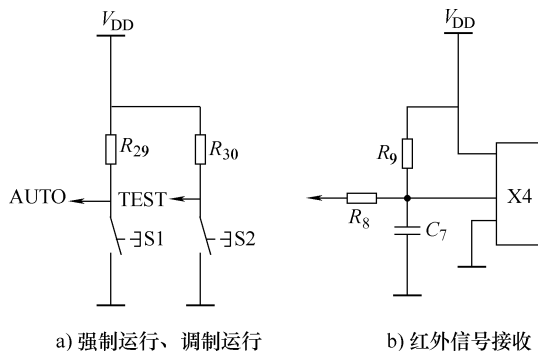


图 18-11 信号输入电路

程序判断出用户输入的指令，输出相应的控制信号给执行机构。

同时在室内机上还设有两个手动按键 S1、S2，在遥控器失灵或需要检修时，可以通过这两个键输入指令，控制和检查空调器的运行。这两个键是通过机械开关的通断方式来接通单片机的零电平，使⑰脚或⑱脚的指令信号构成通路，可以提高人机对话的能力。

其中 AUTO 键为自动工作开关，用来控制室内和室外机组的起动和停止。按动一次，空调器按自动模式运转，再按一次，则停止运转。温度设定标准为 27℃，无定时控制功能。TEST 键为调试键，可根据微电脑预先编好的软件程序检测系统全部工作过程。

3) 驱动电路：驱动电路如图 18-12 所示。驱动部分是连接单片机和空调运转件的桥梁。单片机的 P4.0~P4.3 口（⑨脚~12 脚）和 P7.1~P7.3 口（④脚~⑥脚）输出的数字信号电平送至驱动器芯片，可以控制步进电动机，以及使继电器 K4、K5、K1 得电。从而实现对风扇、室内风机的高速、中速及压缩机开停的控制。

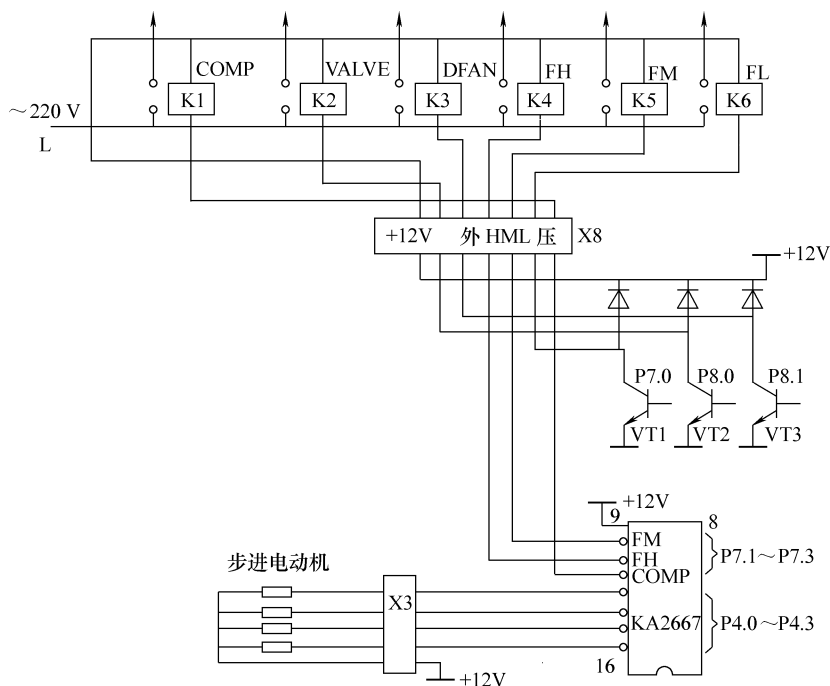


图 18-12 驱动电路示意图

同时，单片机 P7.0、P8.0、P8.1 口（③、⑦、⑧脚）也输出数字信号电平，通过晶体管 VT1、VT2、VT3 分别驱动继电器 K6、K2、K3，实现对室内风机的低速、四通阀、室外风机开停的控制。

4) 3min 延迟保护电路（保护压缩机）：3min 延迟保护电路如图 18-13 所示。其工作原理如下：当压缩机首次开机时，电容 C_8 瞬间短路处于低电平，单片机的软件快速判断，可以迅速起动压缩机进行工作。

如果压缩机停机后再次起动时， C_8 上的电荷还没来得及放掉，单片机判断出 C_8 上的电位较高，故不能起动压缩机工作， C_8 的放电时间约为 200s（3min 左右），从而起到 3min 延迟保护作用（用于电源断电延迟保护）。

5) 抗干扰电路（看门狗电路）：KA555 抗干扰模拟时基电路原理如图 18-14 所示。图中 D4 为 KA555 模拟/数字混合集成电路，②、⑥两脚为输入信号，③脚为输出信号。④、⑧两脚接电源 5V，①脚接地，⑦脚为集成电路内接晶体管放电端。由于 KA555 的②、⑥脚输入端与地之间接有电容 C_{12} ，而 C_{12} 通过⑦脚充放电，其电压高低不断变化，输出端（③脚）与输入端就构成了一个多谐振荡器电路， R_{28} 为反馈电阻。

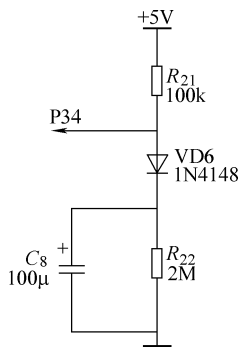


图 18-13 3min 延迟保护电路

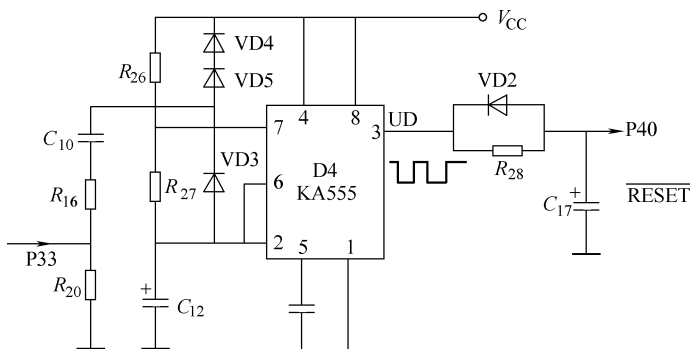


图 18-14 抗干扰电路

在正常工作时，单片机的③脚定时发出脉冲信号，通过二极管 VD3 起到钳位作用，振荡电路不能起振。一旦遇到强干扰脉冲信号，单片机出现死机现象时，振荡电路立即起振，输出一个复位信号至单片机的④脚复位端，强行使单片机重新工作。

经过对数据的分析，单片机能输出指令，使空调器仍能按故障前的状态继续运行，大大提高了空调器的抗干扰性。这种故障处理的过程时间极短，用户使用空调器时根本感觉不到。

6) 其他电路：除上述电路外，其还有晶体振荡器电路，过、欠电压保护电路，蜂鸣器电路，电源电路，除霜电路等，读者可参照原电路，自行分析。

7. 百米多键遥控电路

如图 18-15 是 100m 遥控器实物外形图，它曾经被用于汽车、摩托车、仓库门的防盗遥控上。这种遥控器价格低廉、外观精致、耗电少、工作稳定可靠、小巧玲珑，可以方便地像装饰品一样被挂在钥匙圈上。内部电路由 PT2262/2272 发送/接收编码芯片及 RX3310 接收芯片等组成。电池用 A27 遥控专用 12V 小电池供电，发射天线采用内藏式的 PCB 天线，遥控手柄的防潮性能较好，适用于遥控距离 100m 处。

(1) 遥控专用集成电路

遥控专用 PT2262/2272 发送/接收芯片：PT2262-IR/PT2272 是一对带地址、数据编码功能的红外遥控发射/接收集成芯片。其中发射芯片 PT2262-IR 将载波振荡器、编码器和发射单元集成于一身，使发射电路变得简洁，使用方便。接收芯片 PT2272 的数据输出位根据其后缀的不同而不同，同时它的数据输出有“暂存”和“锁存”两种形式，使用时可根据不同需要来选用。

①分类：PT2272 接收芯片的数据输出分为：后缀 M 的“暂存”型和后缀 L 的“锁存”型两种形式。其数据输出位又分为 0、2、4、6 位不同的输出，通常以后缀来区别。例如：PT2272-M6 表示数据输出位为 6 位的暂存型红外遥控接收芯片。

②外形及引脚功能：PT2262-IR/PT2272 红外遥控发射/接收芯片外形均为 18 脚双列直插塑料封装形式，其外形引脚排列如图 18-15 所示。相应引脚功能见表 18-1、表 18-2，电气参数见表 18-3。图 18-16 给出了 PT2262-IR 的内部原理框图。

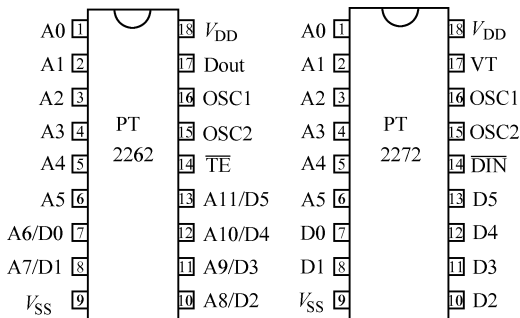


图 18-15 PT2262/2272 引脚图

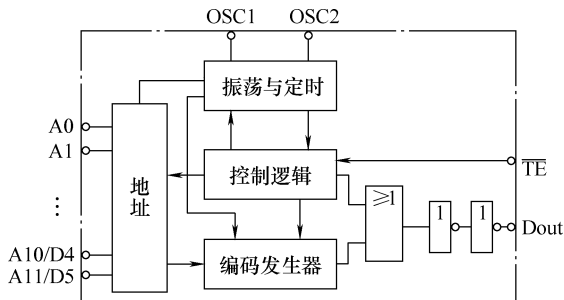


图 18-16 PT2262-IR 内部原理图

表 18-1 PT2262-IR 引脚功能表

引 脚 号	符 号	PT2262-IR 引脚功能
①~⑥	A0~A5	地址输入端，可编成“1”、“0”、“开路”三种状态
⑦、⑧、⑩~⑬	A0/D0~A11/D5	地址或数据输入端。作地址输入时用①~⑥脚；做数据输入时，可编成“1”和“0”两种状态
⑭	TE	发射使能端，低电平有效
⑮、⑯	OSC1、OSC2	外接振荡电阻，决定振荡时钟频率
⑰	DOUT	数据输出端，编码由此叫串行输出
⑨、⑱	V _{SS} 、V _{DD}	电源负、正输入端

表 18-2 PT2272 引脚功能表

引 脚 号	符 号	PT2272-IR 引脚功能
①~⑥	A0~A5	地址输入端，要求与 PT2262 设定状态一样
⑦、⑧、⑩~⑬	D0~D5	数据输入端（6 位，分“暂态”和“锁存”两种状态）
⑭	DI	脉冲编码信号输入端
⑮、⑯	OSC1、OSC2	外接振荡电阻端
⑰	VT	输出端，接收有效信号时，VT 由低电平变为高电平，起指示作用，也可输出驱动负载
⑨、⑱	V _{SS} 、V _{DD}	电源负、正输入端

表 18-3 3PT2262-IR/PT2272 电气参数

参 数 名 称	符 号	条 件	最 小 值	典 型 值	最 大 值	极 限 值
工作电压/V	V _{DD}		3		15	-0.3~+16
工作电流/ μ A	I _{DD}	V _{DD} =12V 停振 A0~A11 开路		0.02	0.3	
输出驱动电流 (DOUT) /mA	I _{CH}	V _{DD} =5V V _{CH} =3V	3			
		V _{DD} =8V V _{CH} =4V	6			
		V _{DD} =12V V _{CH} =6V	10			
输出驱动电流 (DOUT) /mA	I _{CL}	V _{DD} =5V V _{OL} =3V	2			
		V _{DD} =8V V _{OL} =4V	5			
		V _{DD} =12V V _{OL} =6V	9			
输入电压/V	V _I					(-0.3) - (V _{DD} +0.3)
输出电压/V	V _O					(-0.3) - (V _{DD} +0.3)
功耗/mW	P _d					300 (V _{DD} =12V)
工作温度/℃	T _{OPt}					-20~+70
储存温度/℃	T _{stg}					-40~+125

(2) 遥控发射电路

1) 遥控发射器实物外形图：如图 18-17 所示，外形尺寸：51mm×30mm×13mm，发射功率：10mW，工作电流：8mA，工作电压：12V，A27 报警器专用电池。发射手柄上设置有 4 个不同图标的操纵按键 SB1~SB4 及一个发射指示灯。当按动发射机上的按键时，发射电路被激活而进入发射状态，发射机静态时

不耗电。机内装配的电池只被用于点发射状态。用于报警设定和电器开关时，每节电池一般可用到一年以上，电池的容量为 $45\text{mA} \cdot \text{h}$ 。

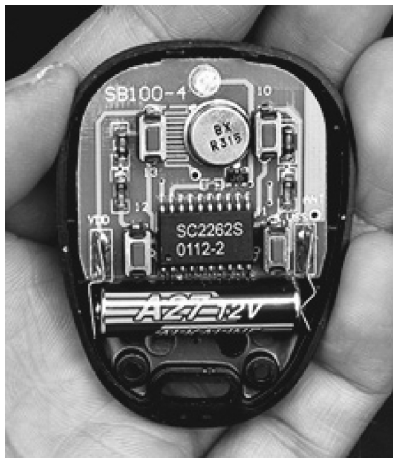


图 18-17 遥控发射器实物外形图

2) 发射电路: 如图 18-18 所示为发射器电路图。发射机内部采用进口的声表谐振器稳频, 产品一致性非常好, 频率稳定度极高, 工作频率为 315MHz, 使用中无需任何调整, 特别适合多发一收等无线电遥控系统使用。在本例中, 与下面介绍的超再生和超外差接收器配套使用。

工作原理分析：PT2262-IR 发射芯片地址编码输入有三种状态：“1”、“0”和“开路”；数据输入有两种状态：“1”和“0”。当接通电源 12V，按下操作键（如 SB1），则在 PT2262 发射芯片内经编码、振荡、定时、逻辑控制，由各地址、数据的不同状态而决定的各位编码从输出端（17 脚）Dout 串行输出，经晶体管 VT1 放大，通过红外发射二极管 VD1 发射出红外线。需要说明的是，Dout 端输出的数据信号是调制在 38kHz 的载波之上的，要使载波频率为 38kHz，则应选择 OSC1、OSC2 外接振荡电阻的阻值，使振荡频率为载波频率的 2 倍即可。一般此电阻在 430~470kΩ 之间选取。图 18-19 给出 PT2262-IR 编码波形图。

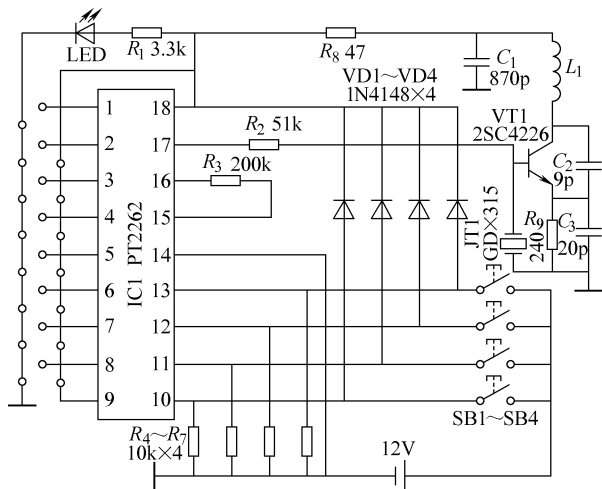


图 18-18 发射器电路图

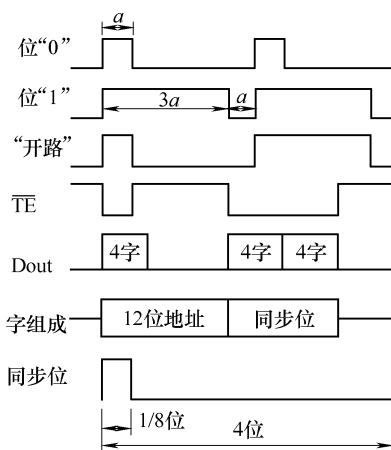


图 18-19 PT2262-IR 编码波形图

(3) 遥控接收电路 遥控接收器分为超再生接收器和超外差接收器。

超再生接收器：超再生式接收机具有电路简单、成本低廉的优点所以被广泛采用，如图 18-20 为超再生接收板元件布局图。

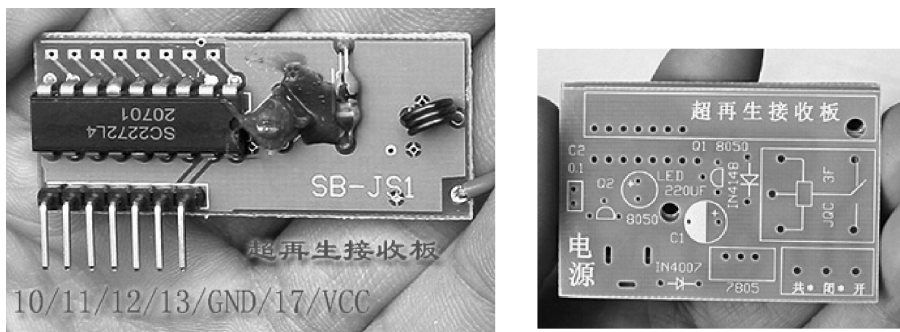


图 18-20 超再生接收板元件布局图

① PT2272 接收模块测试：如图 18-21 接收模块测试电路，为了确保遥控模块工作正常，可以在接收模块的 V_{CC} 和 GND 端加一个 5~6V 的直流电压，也可以通 78L05 三端稳压芯片稳压获得 5V 直流稳压电源，在⑩、⑪、⑫、⑬、⑰端分别对地接一个发光二极管（发光二极管负极接地）。这里提供的遥控模块的接收机都是锁存型的，也就是说能够保持遥控信号的瞬间状态，假设按动发射机的 SB1 键时，与其对应⑪路的 LED 即可发光，松开发射机的 SB1 按键，

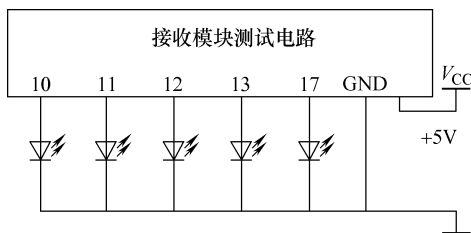


图 18-21 接收模块测试电路

⑪路的 LED 仍然点亮处于自保持状态（锁存），直到按动其他的按键如 SB2 键时，⑪熄灭而⑫处的 LED 点亮。⑰端是解码有效输出端，不论按动发射机的哪一个按键，只要解码成功⑰端即变成高电平，直到发射机停止发射，利用⑰端配合⑩、⑪、⑫、⑬可以使遥控模块具有非锁存的功能，可用于遥控一个电路的开和关或一盏灯的亮与灭。

② 接收原理：再生接收电路如图 18-22 所示。超再生接收模块有 7 个引出端，分别为⑩、⑪、⑫、⑬、GND、⑰、 V_{CC} ，其中 V_{CC} 为 5V 供电端，GND 为接地端，⑰端为解码有效输出端，⑩、⑪、⑫、⑬是解码芯片 PT2272 (SC2272) 集成电路的⑩~⑬脚，为 4 位数据锁存输出端，有信号时能输出 5V 左右的高电平，驱动电流约 2mA，与发射器上的 4 个按键一一相对应。接通电源 5V，接收电路处于待机状态，当接

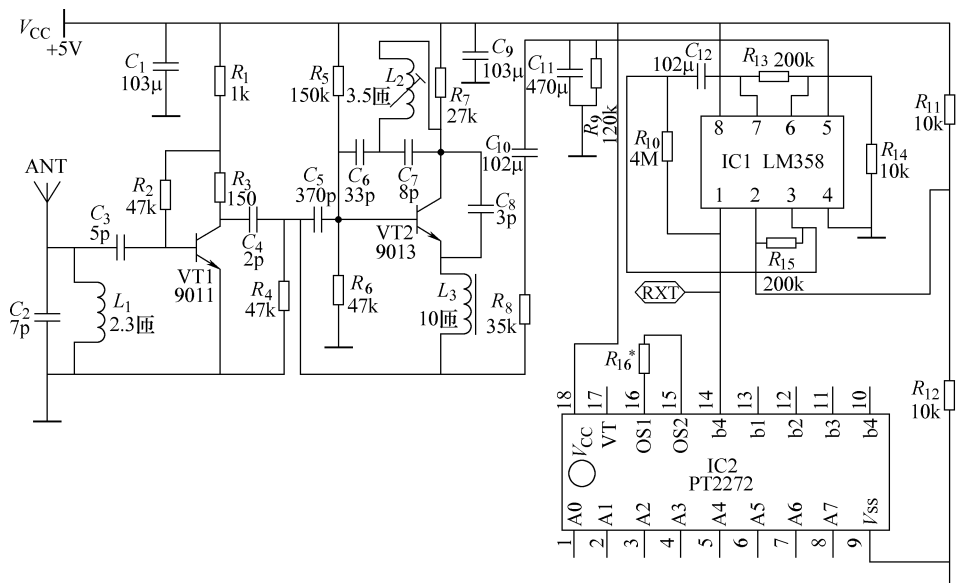


图 18-22 再生接收电路图

收到发射器发出的遥控信号时,经 L_2 、 C_2 选频,VT1、VT2、LM358等进行放大、整形、编码、解码处理后,送到PT2272红外接收芯片,进行“暂存”功能处理,使发射端信号消失时,PT2272对应的数据位输出变成低电平;或“锁存”功能处理,使发射端信号消失时,PT2272的数据位输出保持原来的状态,直至再次接收到新的信号输入。最后由PT2272输出端(⑰端为有效解码输出端)通过各种接口电路去控制相应的负载。

图中,PT2272的⑰脚为有效接收状态指示,⑩~⑬为解码后的4个数据脚,①~⑧为三态(V_{SS} 、 V_{DD} 、空)编码脚;LM358的①脚(RXD)输出的是解码后的方波信号。

8. 手机发短信遥控家用电器电路

手机的普及率增长很快,特别是手机短信息,灵活方便,价格低廉,利用手机短信来超远程遥控电器设备是一个非常理想的选择,它可以跨市、跨省、甚至跨国进行遥控,而且每发送一条短信息指令只要0.1元,非常可靠廉价。本例介绍一种手机短信遥控模块JB35,JB35模块共有8路继电器输出,可以控制8路电器的开关。用户只要用随身携带的手机向安装在电器内的JB35模块发一条短消息,便可以对家里的电器或汽车防盗报警器等进行全球范围遥控。

(1) JB35 遥控模块工作原理 JB35 短信遥控器由 GSM 手机模块和单片机控制系统两部分组成。GSM 手机模块主要是用来建立无线 GSM 网络信道,通过 GSM 网络接收和发送短消息。单片机系统用来控制手机模块,并且对收到的短消息信息进行解释并执行。单片机控制板由 AT89C2051 和 AT89C51 两片单片机组成双 CPU 模式,由 MT8870 负责双音频解码,完成 DTMF 通话遥控,MAX232 完成和计算机的 RS232 通信,CD4094 完成输出串行转并行的 8 路继电器隔离驱动。

每套 JB35 模块都附带有设置软件光盘和电脑通信电缆。通过电脑运行 JB35 设置软件,用户可以自己定义每路继电器的打开和关闭的短信内容,作为以后短信遥控的控制指令,并通过通信电缆写入 JB35 模块的 EPROM 存储器内,EPROM 即使断电也不会丢失数据。例如:第 1 路继电器用来遥控空调的开关。先把 JB35 用电缆连接到计算机的串口,并运行 JB35 设置软件后,会出现一个全中文窗口软件界面,在打开第 1 路继电器的短信指令文字框内,用五笔或拼音输入“打开空调”;在关闭第 1 路继电器的短信指令文字框内,输入“关闭空调”。最后断开电缆取下 JB35 模块,并把模块安装到空调内就完成了。以后,你只要用随身携带的手机,向安装在空调内的 JB35 模块发送一条内容为“打开空调”的短消息,便可以打开家里的空调;如果想关掉空调,只要发送“关闭空调”即可。JB35 模块共有 8 路继电器输出,每路继电器用户都可以按以上方法设置自己喜欢的控制内容,非常直观且具有个性化。此外,你自己设置的短信遥控指令内容,其他人不知道,因此即使别人也用手机向你的 JB35 模块发短消息,但短信遥控指令内容不正确,也无法控制你的电器。同时,手机 SIM 卡号码的惟一性使用户手机发出的短信具有“身份证”作用,在 JB35 设置软件中还可以把模块设置成只允许你的手机号码遥控,而其他号码都拒之门外,进一步增加系统的安全性。

(2) 遥控的回传功能 为了进一步增加遥控的可靠性,JB35 模块借助 GSM 网络的双向通信优势,增加了短信遥控结果回传功能。很多时候我们发出短信遥控指令后,希望能够立即知道设备是否已经执行,这时可以用我们的“设备状态短信回传”功能来实现。例如:前面我们用 JB35 模块来遥控空调的运行,当我们用手机发出“打开空调”的短消息后,心里就会产生一个疑问,家里的空调是否真得已打开。这时我们只要在短信遥控指令“打开空调”后加一个“?”,作为一条疑问语句“打开空调?”发给 JB35 模块,JB35 模块收到后先按你的要求打开空调,打开后会自动向你的手机发送一条控制结果短信,几秒钟后,你的手机将收到一条来自 JB35 模块发来的短消息,内容为“已打开空调”,这样就能使遥控可靠性达 100%。同样,如果手机发送“关闭空调?”,几秒钟后手机将收到“已关闭空调”。这其实就是一种双向遥控功能,可以应用于一些要求可靠的遥控场合。

JB35 模块采用 12V 直流稳压电源供电,外形尺寸:12.5cm×4.5cm×1.3cm。外接电路原理图如图 18-23 所示。

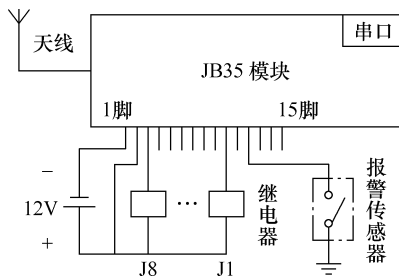


图 18-23 JB35 模块外接电路图

(3) 遥控报警功能 为了适合制作防盗报警器, JB35 模块又增加发送报警短信和拨打报警电话功能。JB35 模块的 12 脚在外部传感器低电平的触发下, 能把报警内容以短信的形式同时发送给 6 个手机, 并能同时向 6 个电话拨打报警电话。报警短信内容、报警电话号码和手机号码都是通过 JB35 设置软件来设置, 并通过通信电缆写入 JB35 模块的防掉电 EPROM 存储器内。最典型的应用就是作为汽车防盗报警器, 报警短信内容可以用 JB35 设置软件写入“GA3135 车主请注意, 有人非法进入车内!”, 并把短信目的手机设为车主手机。当车上的振动传感器监测到有人非法进入后, 传感器将输出低电平, 触发 JB35 模块的 12 脚, 同时向外发送报警短信和拨打报警电话。车主收到报警短信后, 可以根据实际情况, 利用 JB35 模块的短信遥控功能, 遥控切断汽车的油路、电路或锁死车门。此外 JB35 还具有远程电话监听功能, 可以用你的手机监听车内车匪的声音。

现在的车载防盗报警器都用高响度扬声器作为报警提示, 它有两点缺点: ①如果汽车停在小区里, 高响度报警扬声器被触发后, 噪声将影响居民休息, 容易引起公愤, 甚至有的小区明文规定汽车不准装高响度报警扬声器。②如果汽车停在二十几层的办公楼底下, 当有盗情或违章拖车发出声响报警, 你在楼上根本听不见。如果改用发送报警短信到你的手机作为报警提示, 就能完全解决这一矛盾。报警短信可以做到近而无声, 传输报警信号却能远及天边。此外, 利用手机短信作为报警, 即使你的手机没电或正在通话中, 报警短信会暂存在短信息服务中心, 当手机有电开机或通话结束后, 能在第一时间收到报警短信, 绝对不会丢失报警信息。

对于居民楼、办公楼等安防报警系统, 它需要每个房间都要有一个报警探头。为了使一套 JB35 能同时发送多路报警短信, JB35 模块增加了串口触发多路报警短信功能。它需要外围的单片机支持, 单片机的任务是把并口测试到的报警信号转化成串口信号送给 JB35。当单片机检测到第一个房间有盗情, 就向 JB35 的串口发送 ASCII 码字符“COMSMS01”, JB35 模块就能把通过软件设置的第一条短信报警内容和房主手机号提取出来发出去, 例如:“中山路 125 号楼 1 单元 601 室, 有盗匪进入”。同样,“COMSMS02”对应于第二个房间 602 室的报警短信。一套 JB35 模块最多可以发送 20 条串口触发报警短信内容, 同时可以为 20 个报警点发送各自不同的报警短信内容和不同的手机号。

除了以上介绍的功能外, JB35 模块还有免话费的振铃遥控功能、DTMF 通话遥控功能、远程电话监听功能、串口控制拨打电话发短信息等多种功能。此外, 为了能通过短信传输数据, 可以在 JB35 的功能基础上, 开发具有短信数传功能的 JB35G 模块。JB35G 的短信数传功能, 标准串口三线连接, 可以连接各个厂家的 GPS 全球卫星定位接收机, 把 GPS 接收机输出的经度、纬度、航向、航速等数据, 以短消息的形式发给监控中心的计算机, 从计算机中的电子地图数据库里查出车辆所在的位置, 是车载 GPS 定位系统的最佳解决方案。还可用于工业遥感、遥测、遥控及远程数据采集传输系统。

9. 有趣的遥控流水灯电路

现在让我们开始做第一个实验: 8 路发光二极管轮流点亮的实验, 也就是通常所说的跑马灯实验, 首先让我们来完成必须的硬件部分, 我们需要焊接上 8 个发光二极管和 8 个限流电阻, 可以参考下面的原理图和实物图像进行操作, 需要注意的是, LED 是有极性的, 引脚长的为正极, 引脚短的为负极, 负极和电阻一侧连接, 如果接错, 那么相应的那一路可能在实验中不会点亮了, 在焊接前要看仔细, 如图 18-24 所示。

(1) 程序编写 下面我们来完成软件编程设计, 这里我们没有采用高深的编程技巧, 而是用了最直接的向端口送数的办法来实现, 程序比较简单, 而且初学者看起来直观易懂。

ORG 0000H

START: MOV P1, #01111111B; 最下面的 LED 点亮

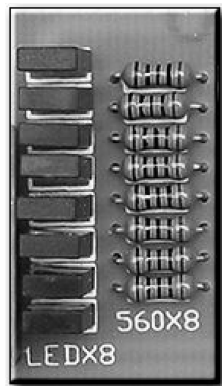
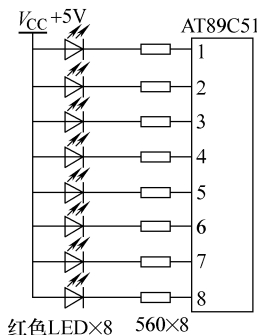


图 18-24 硬件原理及实物图

```

LCALL DELAY; 延时 1s
MOV P1, #10111111B; 最下面第二个 LED 点亮
LCALL DELAY; 延时 1s
MOV P1, #11011111B; 最下面第三个的 LED 点亮 (以下省略)
LCALL DELAY
MOV P1, #11101111B
LCALL DELAY
MOV P1, #11110111B
LCALL DELAY
MOV P1, #11111011B
LCALL DELAY
MOV P1, #11111101B
LCALL DELAY
MOV P1, #11111110B
LCALL DELAY
MOV P1, #11111111B; 完成第一次循环点亮, 延时约 0.25s
AJMP START; 反复循环
延时子程序, 12M 晶振延时约 250ms
DELAY:
MOV R4, #2
L3: MOV R2, #250
L1: MOV R3, #250
L2: DJNZ R3, L2
DJNZ R2, L1
DJNZ R4, L3
RET
END

```

这是上面程序汇编以后获得的编程器烧写文件: 201.hex。

下载烧写文件的方法: 将鼠标移到烧写文件的超级键连处, 点击鼠标的右键, 选择“目标另存为 (A) ...”, 保存文件类型中不要选择“文本文件”, 应该选择“所有文件”, 这样就能获得 *.hex 文件了。

(2) 计算延时子程序的执行时间 汇编语言的一大优势就是能够精确控制程序的执行时间, 这在编写一些对时序要求严格的外围器件驱动时尤为重要。

延时子程序, 12M 晶振延时约 253ms

```

DELAY:
MOV R4, #2; 执行 1 个机器周期, 耗时 1μs
L3: MOV R2, #250; 执行 1 个机器周期, 耗时 1μs
L1: MOV R3, #251; 执行 1 个机器周期, 耗时 1μs
L2: DJNZ R3, L2; 执行 2 个机器周期, 反复执行 251 次 (2×251)=502μs
DJNZ R2, L1; 执行 2 个机器周期, 反复执行 250 次 (1+502+2) * 250=126250μs
DJNZ R4, L3; 执行 2 个机器周期, 反复执行 2 次 (1+1+502+126250+2) * 2=253512μs
RET
delay 加上第一条总共延时 1+253512=253513μs。

```

10. 电话机遥控电路

将电话机用做遥控器, 具有遥控距离远、可靠性强、操作方便等多种优点。但许多电话机遥控器的共同特点是需摘机计费。这里介绍一种不用计电话费的电话机遥控器, 其电路简单、易于制作。

充到 12V 后, VS1 击穿, 确保 C_6 上的电压不超过 15V。

当没有光照射到 RG 上时, RG 阻值很大, 对直流控制电压衰减很小, VT2、VT3 导通, VD3 也导通, C_4 、 C_5 开始充电, 电压徐徐上升。 R_8 、 C_4 和单向晶闸管 VS 组成延时与交流开关。 C_4 通过 R_8 将直流触发电压加到 VTH 控制门极, VTH 导通, 继电器线圈 K 得电, 串在 EL 支路的继电器常开触点 K 接通, 灯泡 EL 点亮。灯泡点亮的时间长短由 C_4 、 R_8 的参数决定, 按图所给出的元器件数值, 在灯泡点亮约 40s 后, VTH 截止, 灯熄灭。 C_4 为抗干扰电容, 用于消除灯泡发光抖动现象。

(2) 元器件选择 VT1、VT2 均选用 9014 晶体管, VT3 选用 9012 晶体管, 其中 VT1 要选用 $\beta > 100$ 。VTH 选用 100-8 单向晶闸管。VD1~VD3 选用 1N4148 二极管, VD4 选用 1N4001 二极管, VD5~VD8 选用 1N4004 二极管。传声器要选用灵敏度高的, 其他元器件如图 18-26 所示。

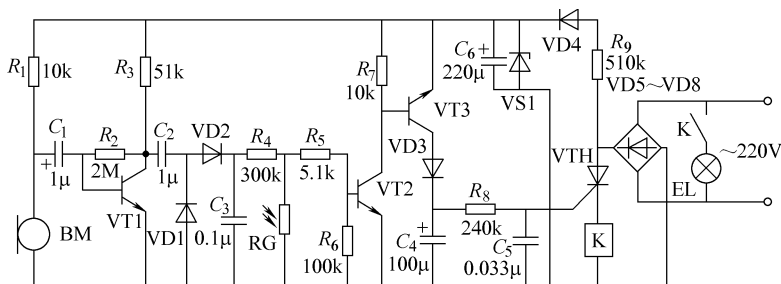


图 18-26 声音遥控开关电路

(3) 安装与调试 所有元件焊接安装在一块印制电路上, 然后装入一个绝缘小盒里, 光敏电阻需安装在外壳上光线容易照到的地方。本装置只要元件选择正确, 焊装无误, 一般即可正常工作。若出现开关启动后不能完全熄灭, 可将一只电容 (容量为 470pF) 并接在 R_3 上 (印制板上预先应留下此位置) 即可消除。若出现间歇振荡, 可将 C_2 换成 0.33μF 电容, 或将 R_6 减小到 47kΩ 左右即可消除。由于电路直接与市电连接, 所以调试与使用时要小心, 防止触电。使用时应注意: 由于此开关负载功率最大为 100W, 不能超载, 灯泡不能短路, 接线时要关闭电源或将灯泡先去掉, 接好开关后再闭合电源或装上灯泡。

12. 台灯遥控电路

(1) 工作原理 电路如图 18-27 所示。220V 交流电压经电容 C_1 降压, 整流桥堆 UR 进行全波整流, 电容 C_2 滤波, 稳压二极管稳压后变成直流电压。

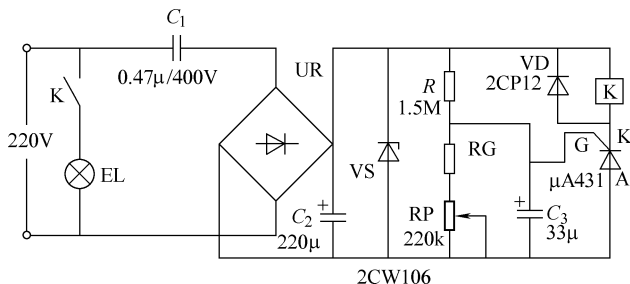


图 18-27 台灯遥控电路

光敏电阻 RG 白天电阻很小, 向电容 C_3 充电的脉冲信号很小, 无法触发晶闸管导通, 灯泡 EL 回路不通, 灯泡 EL 不亮; 夜幕降临时, 光敏电阻的暗阻很大, 向电容 C_3 充电脉冲信号很大, 可以触发晶闸管的门极, 使晶闸管导通, 这时继电器线圈得电, 串在灯泡 EL 回路的继电器常开触点接通, 则灯泡 EL 点亮。

调节电位器 RP 可以调节给门极的触发信号的大小, 就调节了晶闸管的导通角, 从而控制了灯泡的亮度。

(2) 元件选择 整流桥堆选用 1A/400V 的, 晶闸管选用 $\mu A431$, 1A/400V 的单向晶闸管均可。继电

器选用 JZX-2F 型, EL 选用交流电压 220V。其他元件型号参数如图 18-27 所示。

13. 养鸡场温度遥控电路

温度的变化直接影响家禽的产蛋率。以母鸡为例,必须对鸡舍进行合理的光照和温度控制。本例介绍一种用于鸡舍及其他产蛋家禽的自动光控温控装置。该装置具有光照变暗自动开启照明灯,舍内温度下降自动启动加热器的功能。采用高速功率开关集成块 TWH8778 作为主控元件,简化了线路,适合家禽养殖个体户使用。

(1) 工作原理

1) 直流电源电路: 220V 交流市电经电容 C_1 降压, 二极管 VD2 半波整流, VD2 稳压 9V, 供给控制电路。

2) 光控电路: 图 18-28 是本控制器的工作原理图, 图中 IC1、IC2 采用了两块新高速电子开关集成电路。当 IC1 的控制端的电压高于 1.6V 时, 其导通, 否则截止。光控电路传感器由光敏电阻 RG 担任, 当有光照时, 阻值变小, 亮阻小于 $10\text{k}\Omega$, 当其压降低到 1.6V 时, IC1 不导通, ②脚输出低电平, 继电器 K1 不工作, 灯泡 EL 不亮。当天变暗后, 光敏电阻阻值变大, 其压降升高至 1.6V 以上时, IC1 导通, ②脚输出高电平, 继电器 K1 吸合, 电灯发光, 为鸡舍增大照度, 同时, 发光二极管 LED1 发光, 指示处于增加照度状态。当光线变强后, 继电器 K1 又释放, 灯泡 EL 也随之熄灭。

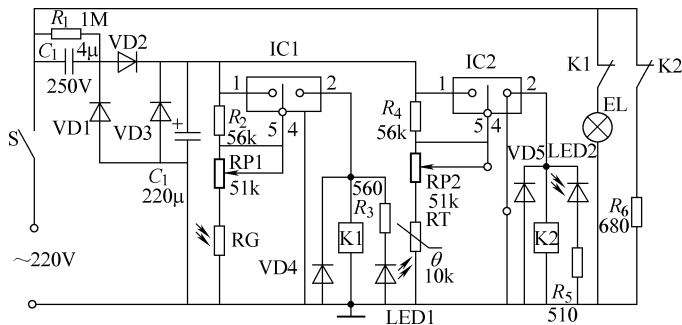


图 18-28 遥控电路原理图

3) 温控电路: 温控电路由 IC2 等元件组成。传感器用的热敏电阻 RT 用负温度系数, 当温度上升时, 其阻值变小, 热敏电阻的压降低于 1.6V, IC2 不导通, 继电器 K2 不工作, 加热器也无电源。当温度下降时, 热敏电阻的阻值上升, 其压降也上升, 当升高到 1.6V 以上时, TWH8778 导通, 继电器 K2 得电动作, 接通加热器 R6 的工作电源, 为鸡舍加热, 同时, LED2 发光, 指示处于加热状态。当温度又升高到一定值时, IC2 又截止, 加热器停止加热。这样如此不断循环, 可保证鸡舍内温度恒定。

(2) 元件选择与制作 高速电子集成开关 IC1、IC2 选用 TWH8778, 稳压二极管 VD3 选用 2DW56, 光敏电阻 RG 选用亮阻小于 $10\text{k}\Omega$, 热敏电阻 RT 选用最大变化值 $10\text{k}\Omega$, 继电器 K1、K2 选用 JRC-21F 型继电器, 9V 直流电压。二极管 VD1~VD5 选用 1N4001, 发光二极管 LED1、LED2 选用 GaAsP 型的。其他元件参数如图 18-28 所示。

控制电路线路板, 也可直接购买现成的。按图焊接组装后, 即可进行简单的调试。但由于电源电路无降压变压器, 因此印制板上带有市电 220V, 在调试时要十分小心。

14. 磁控式遥控开关电路

(1) 性能特点 这种磁控式自动开关电路十分简单, 工作可靠, 故障率很低, 通用性很好, 可用于输出表现为或者能够转换为机械位移的场合。

(2) 电路原理 图 18-29a 是采用霍尔开关 (SH) 的磁控装置。在磁铁远离霍尔开关电路时, 由于正向固定偏磁作用, 霍尔开关电路导通, 其输出为低电位, 晶闸管关断, 交流接触器 KM 释放。而在磁铁移到霍尔开关的敏感区时, 在反向磁场作用下, 其输出端突升为高电平, 通过二极管 VD 使 VT 导通, KM 吸合。调节 RP1 和 RP2, 可以兼顾灵敏度和可靠性 (防止 VT 误触发)。

图 18-29b 是采用干簧管 (KP) 的磁控装置。在磁铁远离 KR 时, KR 的触点断开, 晶体管截止, 继电器 KD 释放。而在磁铁靠近 KP 时, KP 的触点闭合, KD 吸合, 继电器 KD 的触点串在被控电气设备的控制回路中, 这样, 磁铁的运动及其所在位置决定设备的工作状态。

(3) 分析 对于图 18-29 所示的电路, 如果继电器 KD 的线圈电流很小, 或者用电设备的电压很低, 电流很小, 那么可以将其直接与干簧管串联, 用不到其他元器件。干簧管一般触点容量较小, 在控制大容量负载时, 就要用晶体管、继电器、接触器或者晶闸管等作电压、电流或功率放大。由于晶闸管控制极所需的电压很低、电流很小, 因此, 把干簧管接于晶闸管的控制极回路, 用电设备接于晶闸管的主回路中, 这是一种较好的方案。

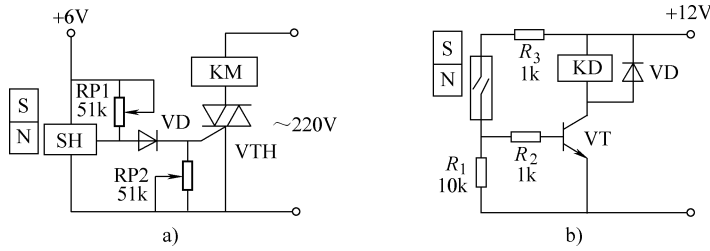


图 18-29 磁控式遥控开关电路图

15. 家用多路红外遥控器电路

现在家庭中, 彩电、空调、音响的遥控器有多个, 如果一个遥控器控制多台电器有多好啊! 本电路可以同时多路家用电器进行遥控, 电路具有简单可靠、省电、制作容易等特点, 遥控距离 8m 以上。电路的工作原理。本电路由发射和接收两部分组成, 如图 18-30 所示。

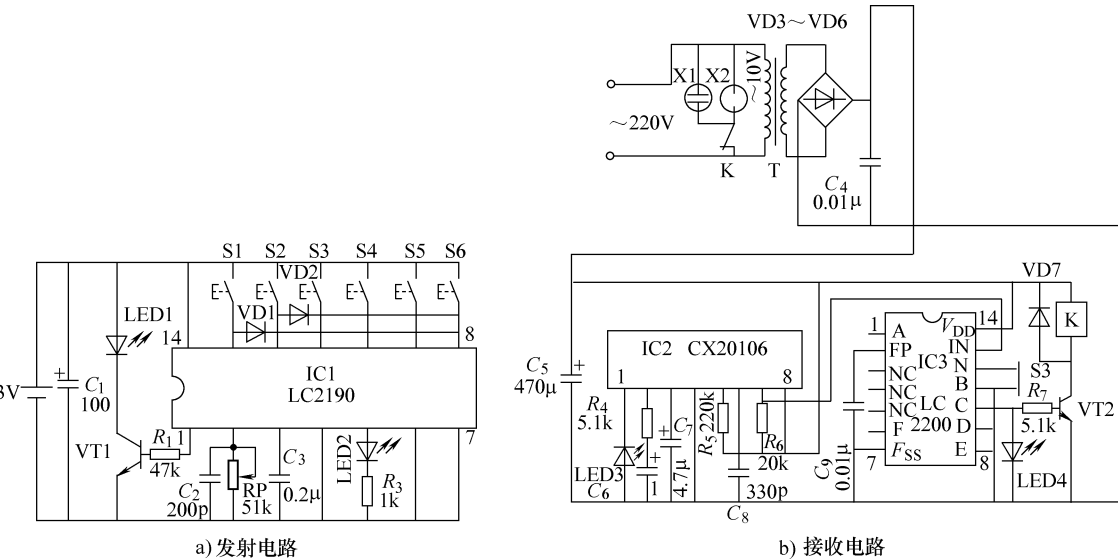


图 18-30 家用多路红外遥控器电路

1) 发射电路: 发射电路如图 18-30a 所示, 以 LC2190 为核心, 其采用双列直插式⑭脚塑封结构, 内含编码器、调制器等。在发射电路中, S1~S6 为编码开关, 按下不同的开关, 集成电路内部形成不同的编码方式, 即能产生 6 种二进制码。其中 S1、S2 为连续发射方式, S3~S6 为单次发射方式。按该图图中接法, 加入 VD1、VD2 后, S1、S2 亦成为单次发射方式。C₂ 为脉冲间隔定时电容, 由它决定两次发射遥控信息的时间间隔。编成的二进制码进一步对内部产生的 38kHz 方波进行调制。调制后的编码信号由 IC1①脚输

出, 经 VT1 放大后, 由红外发光二极管 LED1 发出。C₂、RP 与内部集成电路构成 76kHz 振荡器。76kHz 信号经内部分频后得到 38kHz 信号。由此可见, 调节 RP 可以改变载波频率。当集成电路处于发射状态时, 它同时驱动发光二极管 LED2 作发光指示。R₃ 为其限流电阻。

2) 接收电路: 如图 18-30b 所示, 接收电路以 LC2200 为核心。遥控器发射的编码信号经过红外接收集成电路 CX20106 处理, 送 LC2200 译码后输出控制各路负载。CX20106 内含限幅放大、带通滤波、检波、积分及整形等电路。LC2200 内部含有限幅放大、波形整形、译码及误码识别等电路。在接收电路, 调制后的编码信号由红外接收管 LED3 接收, 并送入 CX20106 内部, 经 IC 内部限幅放大、检波、积分、整形后, 由 IC2⑦脚输出与发射器相一致的去除了 38kHz 载波的编码信号。R₁、C₆ 构成内部前置放大器的负反馈回路, C₇ 为检波电容, C₈ 为积分电容, 用以滤除 38kHz 载波信号及其谐波成分。IC2⑦脚送出的编码信号进入译码器 IC3⑩脚, 经过 IC3 内部整形、译码后, 还原成 6 路信号, 分别由 A~F 端输出。A~F 的输出有自锁和互锁两种方式, 这可利用⑩脚 M 端来选择。当 M 接 V_{DD} 时, 为互锁方式, 即同一时刻 A~F 只能有一路输出; 当 M 接地时, 为自锁方式, 即 A~F 输出端各自形成独立的开关。本电路只画出一路输出, 其余的输出电路完全相同。各人可根据实际需要取相应的输出路数。当 C 输出高电平时, 该高电平驱动发光二极管 LED4 发光指示, 显示接收到遥控信号。同时使 VT2 导通, 继电器 K 得电吸合, 常开触点闭合, 电源插座有电, 接在插座上的用电器开始工作。直到再按一次遥控开关 S3, C 输出端重新恢复成低电平, VT2 截止, K 释放, 用电器停止工作。为了遥控多个电器, 电源插座 X1、X2... X_n 可多并联几个。

16. 超声波遥控开关电路

这种遥控开关, 电路简单, 且免调试, 非常适合初学者制作。

工作原理。图 18-31a 为发射电路。电路采用分立器件构成, 也可用 NE555 组成。VT1 和 VT2 以及 R₁、R₂、C₁、C₂ 构成自激多谐振荡器, 超声发射器件 B 被连接在 VT1 和 VT2 的集电极回路中, 以推挽形式工作, 回路时间常数由 R₁、C₁ 和 R₁、C₂ 确定。超声发射器件 B 的共振频率使多谐振荡电路触发。因此, 本电路可工作在最佳频率上。

图 18-31b 为接收电路, 结型场效应晶体管 VT1 构成高输入阻抗放大器, 能够很好地与超声接收器件 B 相匹配, 可获得较高接收灵敏度及选频特性。VT1 采用自给偏压方式, 改变 R₃ 即可改变 VT1 的表态工作点, 超声接收器件 B 将接收到的超声波转换为相应的电信号, 经 VT1 和 VT2 两极放大后, 再经 VD1 和 VD2 进行半波整流, 变为直流信号, 由 C₃ 积分后作用于 VT3 和基极, 使 VT3 由截止变为导通, 其集电极输出负脉冲, 触发器 JK 触发器, 使其翻转。JK 触发器 Q 端的电平直接驱动继电器 K, 使继电器 K 辅助触点吸合或释放。由继电器 K 的触点控制电路的开关。

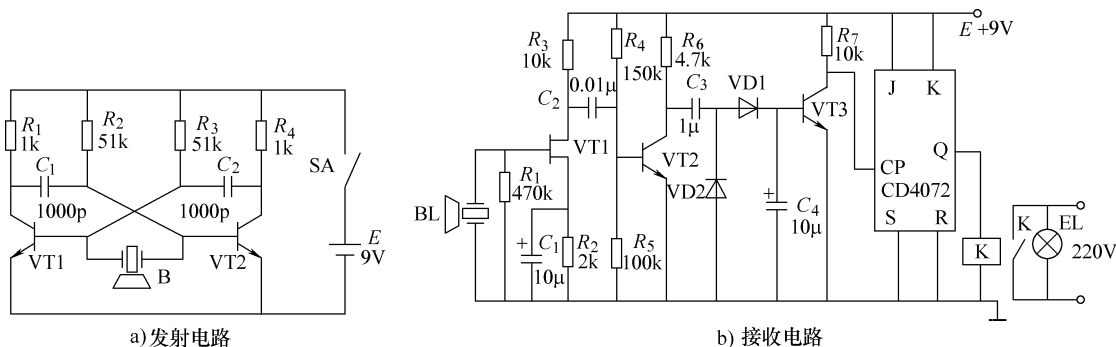


图 18-31 超声波遥控照明开关电路

17. 由 T-40-16 组成的超声波遥控电路

(1) T-40-16 与 555 构成的超声波发射电路

如图 18-32a 所示, 电路由超声波发射器 T-40-16 和 555 电路组成, 调节电位器 RP 可改变电路的振荡

频率。从 555 的 3 脚输出的 40kHz 的振荡脉冲驱动 T-40-16 工作, 使之发射出 40kHz 的超声波信号。电路工作电压为 9V, 工作电流为 40~45mA, 控制距离大于 8m。

(2) R-40-16 超声波接收电路

如图 18-32b 所示, 电路由 VT1~VT7 等元件组成。由于接收到发射器发出的信号很微弱, 电路采用多级放大, 输出方波脉冲信号, 去控制 VT5、VT6 及相关元件, 组成双稳态电路的工作状态。晶体管 VT4 每导通一次 (发射器发射一次), 触发信号经 C_7 、 C_8 向双稳态电路送进一个触发脉冲, VT5、VT6 反转一次。当 VT6 从截止变为导通时, VT5、VT7 截止, 继电器 K 释放并保持。当下一个脉冲到来时, VT6 导通变为截止, VT7 导通, 继电器 K 吸合, 控制负载工作。本电路可用于各种电器开关的遥控控制。

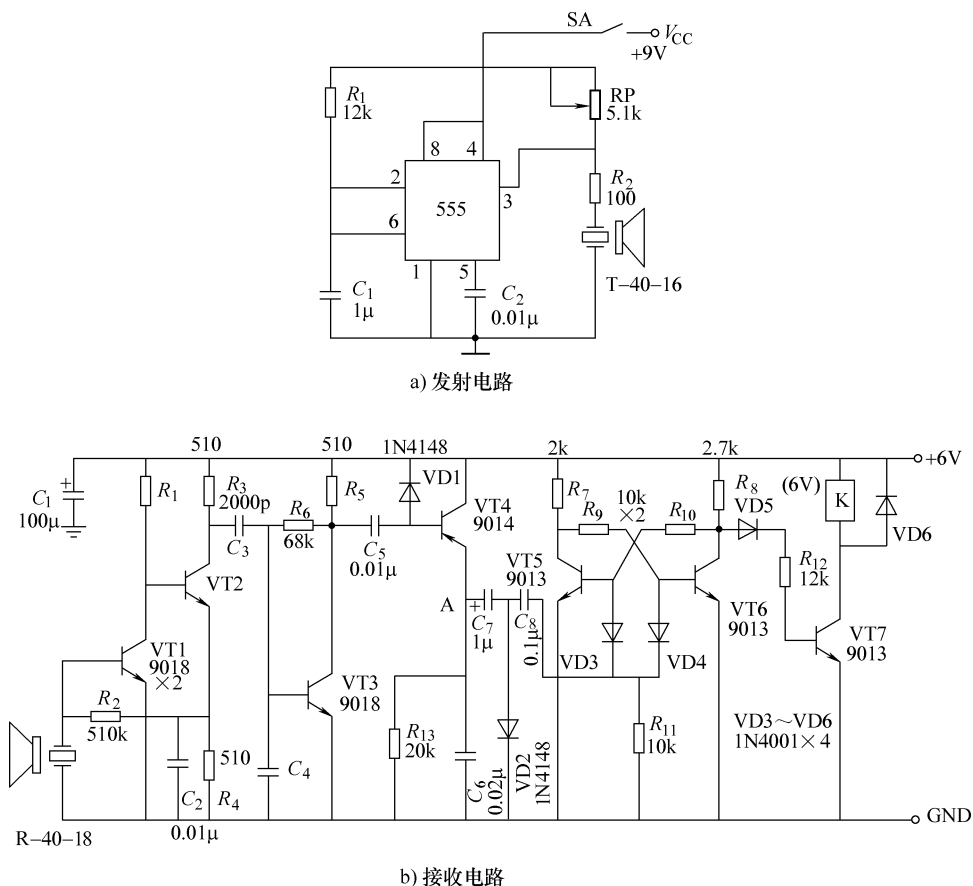


图 18-32 T-40-16 组成的超声波遥控电路

18. 遥控窗帘电路

下面介绍的遥控电动窗帘能在距窗口 3~5m 的距离内有效地控制窗帘的拉开和拉合,既方便了主人又给家庭增添了现代情趣。这种遥控电动窗帘分为发射机和接收机两大部分,它的电路简单,取材方便,制作和调试也较容易。

(1) 发射电路工作原理 遥控电动窗帘的发射机如图 18-33a 所示, 由晶体管 VT1、VT2 共同组成电感三点式推挽振荡器。电路中的 R_1 、 R_2 为偏置电阻, C_3 、 C_4 为反馈电容, C_1 与 L_1 构成并联谐振回路, 调节 C_1 的容量, 即可调谐发射机的振荡频率, 振荡频率大约为 $28\sim 30\text{MHz}$ 。 L_2 是天线耦合线圈, 它可将 L_1 中的高频等幅振荡耦合过来, 并由天线向周围空间发射出去。

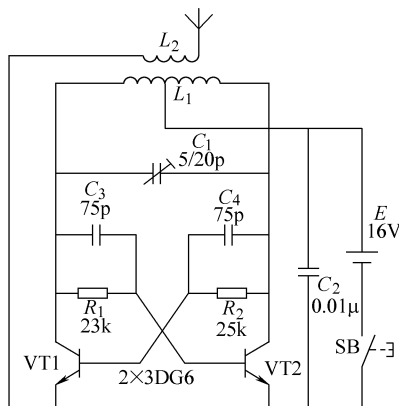
元器件的选用: VT1、VT2 为任何型号的 NPN 型小功率硅管, 可选用的型号很多, 如 3DG6C、

3DG8C、3DK3 等。要求两管的 $\beta > 80$ ，且两管 β 值相近。这两只晶体管的工作频率较高，衡量晶体管工作频率的重要参数是特征频率 f_T ，它的定义是：随工作频率的升高，晶体管的 β 值要下降， f_T 是 β 下降为 1 时的工作频率，在这里要求两管的 $f_T > 200\text{MHz}$ 。 C_1 为 $5/20\text{pF}$ 的半可变瓷电容器； C_3 、 C_4 为 $50 \sim 100\text{pF}$ 的云母或瓷介电容； R_1 、 R_2 的阻值在调整时确定，阻值为 $15 \sim 50\text{k}\Omega$ 。

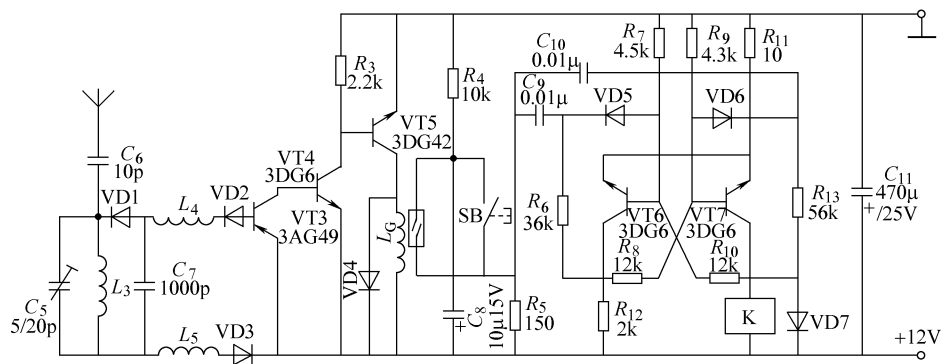
L_1 用直径 1.0mm 的镀银线或漆包线在直径 12mm 的圆棒上绕 10 圈，绕好后在 6 圈处用导线焊出一抽头，然后抽出圆棒将线圈拉伸至 25mm 长，做成空心脱胎线圈。

L_2 用直径 0.9mm 的镀银线或漆包线在直径 9mm 的圆棒上绕 4 圈，抽出圆棒后拉长至 7mm 。在焊接使用时，将 L_2 装入 L_1 内。

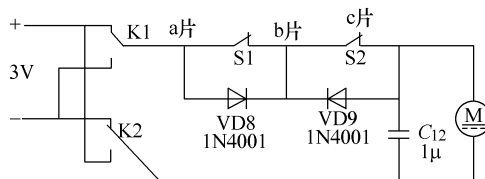
电源 E 的电压可在 $9 \sim 15\text{V}$ 之间选用，电压高，发射功率就大些。为了缩小发射机的体积，这里采用积层电池。



a) 发射电路



b) 接收电路



c) 电机控制电路

图 18-33 遥控窗帘电路

(2) 接收及机械部分的制作

电路工作原理：接收部分的电路如图 18-33b 所示，它由遥控接收电路和一个双稳态电路共同构成。遥控接收的原理很简单，由天线接收到的发射机发射的信号，经电容 C_6 耦合到由 L_3 、 C_5 构成的谐振回路，

然后将信号送入二极管进行检波,再经 C_7 、 L_4 、 L_5 滤波后送至 VT3、VT4、VT5 组成的放大器放大。电路中的 L_6 为干簧管线圈,当无接收信号时,VT5 的输出电流很小, L_6 中产生的磁场无法使干簧管吸合,当接收到发射机发出的信号指令时,VT5 的集电极电流猛增,使得干簧管线圈中的磁场大大增强,干簧管被吸合。

双稳态电路由晶体管 VT6、VT7 组成,当接通电源时,VT6、VT7 必有一管截止另一管饱和,这是由它的电路结构决定的。假定 VT6 处于截止状态,也就是说 VT6 的集电极电位近似等于电源电压,这个电压经过 R_8 和 R_9 的分压加到 VT7 的基极上。如果电路参数选得恰当,就可以使 VT7 获得足够大的基极电流,因而使 VT7 工作在饱和导通状态。因为 VT7 处于饱和状态,所以 VT7 的集电极电位接近于零,VT7 的集电极电压又经 R_{12} 、 R_7 的分压加到 VT6 的基极上,由于 VT6 和 VT7 的发射极上串有电阻 R_{11} ,只要 R_{12} 、 R_7 的阻值适当,就能使 VT6 的基极电位低于发射极电位,因此保证了 VT6 处于稳定的截止状态。如果不改变电路的工作条件,电路就一直处于这个稳定状态(VT6 截止、VT7 导通)。由此可见,在双稳态电路中,一管的截止保证了另一管的饱和导通,而另一管的饱和导通又保证了这一管的截止,两管的截止或饱和状态交替进行,互相制约。

假定在饱和导通管 VT7 的基极上加一个幅值足够大的负脉冲信号(也就是在 VT7 的基极上加一个作用时间很短的负输入信号),于是 VT7 的基极电位下降,基极电流减小,如果减小到一定程度,将使 VT7 退出饱和状态,其集电极电位升高。由于 VT7 的集电极电压通过 R_{12} 和 R_7 的分压加到 VT6 的基极上,使得截止管 VT6 的基极电位升高并退出截止状态。这时,即使加在 VT7 基极上的负脉冲已经不存在(因为它的作用时间很短),但是由于 VT6 的集电极电位已经降低,晶体管已进入放大区工作,通过 R_8 、 R_9 的分压耦合,也会使 VT7 的基极电位进一步降低,使得其集电极电流也更小。这样循环往复,进行一环扣一环的链锁反应,VT7 的基极电位越来越低,VT6 的基极电位越来越高,直到 VT7 截止,VT6 饱和导通,这个过程才停止,于是,双稳态电路在这个新的状态(VT7 截止,VT6 饱和导通)下稳定下来。在外加信号的作用下,双稳态电路从一个稳定状态过渡到另一个稳定状态的过程,叫做翻转。如果此时再给 VT6 的基极加一个负脉冲,电路又会重复上述过程,翻回 VT7 饱和、VT6 截止的状态。

电路中的 C_8 上充有很高电压(约等于电源电压),当接收电路接收到发射机发出的信号时,干簧管被吸合, C_8 的负极与 C_9 、 C_{10} 接通,这相当于在 VT6、VT7 的基极上同时加了一个负脉冲,由于负脉冲只对饱和的晶体管起作用,此时双稳态电路翻转,进入一个新的稳态。当发射机再次发出信号干簧管再次吸合时,电路又被触发翻回原来的状态。串在 VT7 集电极回路上的继电器 K 也随着双稳态电路而动作。当继电器吸合时,发射机发射信号使继电器释放,再次发射时,继电器又重新吸合。

电机控制电路如图 18-33c 所示,K1、K2 为接收电路中继电器的触点,S1、S2 为自制的限位开关。当继电器吸合时,K1 和 K2 的中间簧片与常开触点接通,电源通过 S1、S2 给电动机供电,电动机转动,称为正转,开始拉动窗帘;当窗帘拉合后,设在拉线上的挡块使 S2 断开,这时电动机因断电停止转动。若想将窗帘打开,可再发射遥控信号,使得继电器释放。从图 18-33 中看出,K1、K2 的中心簧片与常闭触点接通,电动机因电源反接而反转,拉开窗帘。当拉到一定位置时,设在拉线上的另一挡块使限位开关 S1 断开,电动机因电源断开而停转。

19. 由 TDC1808/1809 组成的遥控电路

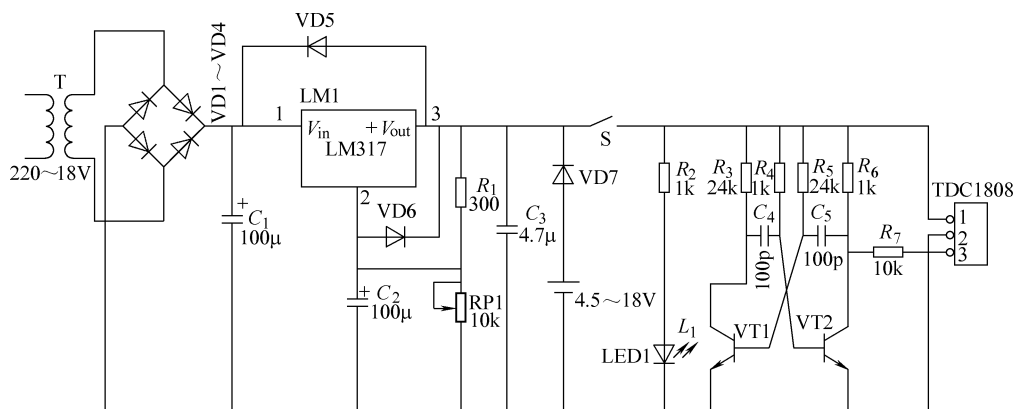
发射模块 TDC1808 既可发射非调频信号,也可外接调制源来发射调制信号。接收模块 TDC1809 可接收由 TDC1808 发射的高频信号,并具有解调功能。其载波频率为 250~300MHz 之间可调,大约有 10 种频率可供选择。

(1) 发射电路 如图 18-34a 所示的发射电路中,采用 TDC1808 发射模块,当按下 S 接通 9V 电源后,由 VT1 和 VT2 组成的振荡电路产生的高频振荡信号,经电阻 R_7 送到 TDC1808 发射模块,发射电路将发射出经方波调制的射频信号。

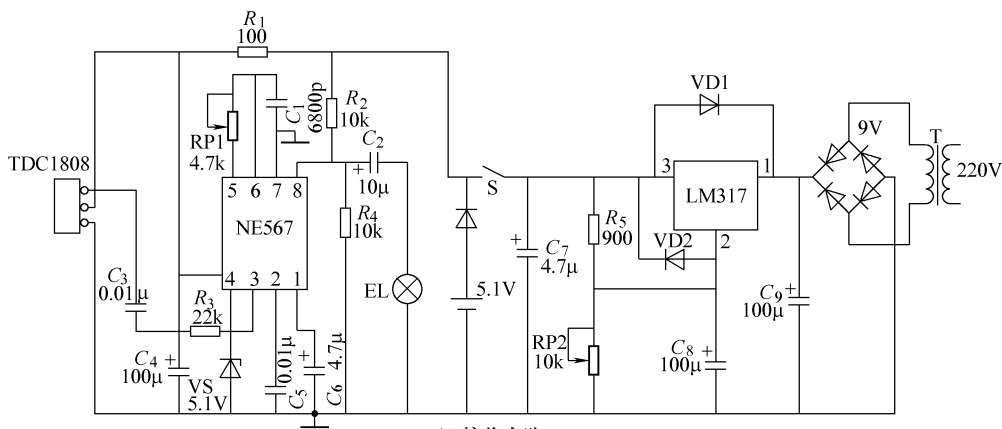
(2) 接收电路 如图 18-34b 所示的接收电路,按下开关 S,接通 5V 电源,TDC1809 接收到发射信号并经解调后,由其 1 脚输出,送入音频解码器 NE567 的③脚进行选频解码,然后 NE567 的第⑧脚输出低电平,去控制执行机构工作。

为了满足发射电路和接收电路 9V 和 5.1V 的要求,在发射和接收电中均采用三端稳压可调电源供电。

根据需要, 移动使用时, 可采用干电池。



a) 遥控发射电路



b) 接收电路

图 18-34 TDC1808 构成的遥控电路

20. 红外遥控电路

红外遥控电路是可将不卫生的触摸开关控制方式改为非接触式感应控制方式的智能电路。所谓智能就是自动能辨别水池旁是否有人需要用水, 当用水者靠近水池时, 水龙头就自动放水, 当你洗完手离开时, 水会自动关闭。同时, 照明灯延时数分钟后会随之熄灭。

电路如图 18-35 所示。

(1) 电源电路 电路由降压、整流、滤波、稳压电路组成。

(2) 红外振荡器及红外发射电路 图中反相器中的两个非门 F1、F2 以及外围的 R_1 、 R_2 、 $RP1$ 、 C 构成自激多谐振荡器, 其振荡频率由下式计算: $f = 0.445 / (R_2 + R_{RP1}) C_1$, 本例使振荡频率为 38kHz。该振荡器输出的方波经 R_3 限流, 再经过晶体管 VT1 放大, 去推动红外线发射管 TLN104 (VD5), 并使其发射出经调制的红外光辐射波。

(3) 红外接收与放大解调电路 假设这时无人洗手, 则发射的红外光经空间辐射出去而不会反射到红外接收管 VD6 上, 则电磁阀 DF 处在静止状态。当有人洗手的情况则相反。这时, 由于发射管与接收头安装在间距约 20cm, 其夹角为 60°左右的水池面板上, 所以红外线可以通过人体折射回落到接收管 VD6 的端面上, 经 VD6 输入到红外线专用接收的集成块 IC1 内, 使其内部的选频放大器选频放大、检波以及整形后, 便由①脚输出低电平, 再由反相器 F3 反相输出高电平。

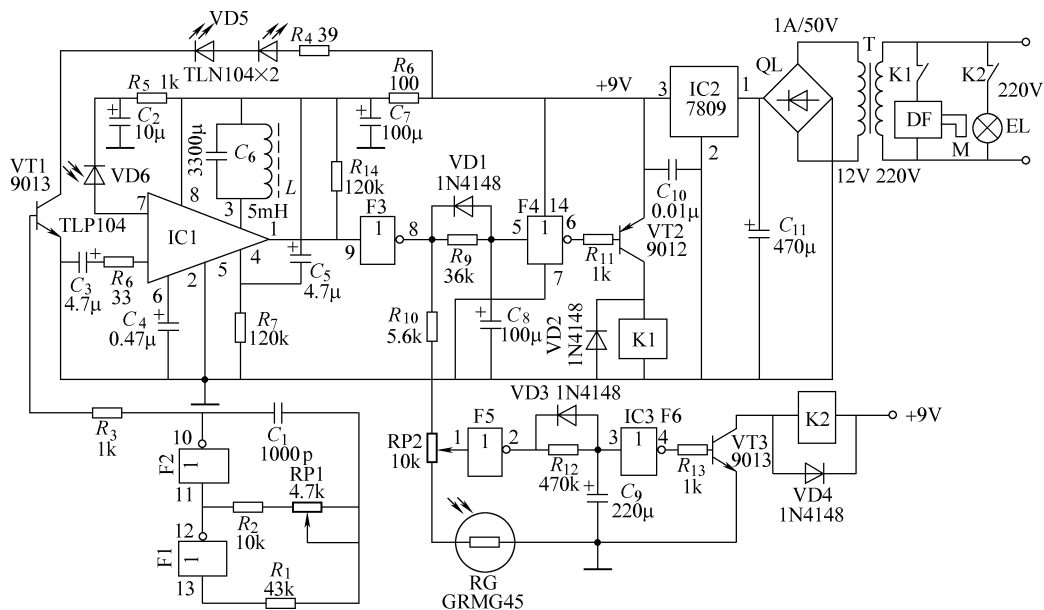


图 18-35 红外遥控电路

(4) 供水延时电路 由反相器 F3 反相输出高电平一路送到放电磁阀的鉴别电路 R_9 及 C_8 进行延时, 电容器 C_8 经 R_9 充电, 被充至电源电压 $2/3V_{CC}$ 时 (设置 2s 的延时电路是防止有人经水池旁通过的一瞬间使电磁阀 DF 误动作放水而设的), 反相器 F4 便输出低电平, 晶体管 VT2 饱和导通, 继电器 K1 吸合, 常开触点 K1 亦闭合, 接通电磁阀 DF 的工作电源, 使电磁阀吸合, 给洗手者供水。

(5) 光敏控制照明电路 F3 输出的另一路高电平经 R_{10} 送至 F5 的检测点 RP 中心触点上, 若为白天的话, 则光敏电阻 RG 受到光照而使其阻值降到 $1k\Omega$ 以内, 这样即使 F3 输出高电平, 但是该电压经过电阻 R_{10} 、RP2、光敏电阻 RG 的分压并适当调整微调电阻 RP2 的动触点, 使非门 F5 的输入电平处在 $1/3V_{CC}$ 以下, 因而它的输出仍为高电平, 再经反相器 F6 的翻转输出低电平, 促使晶体管 VT3 截止, 继电器 K2 不动作, 其触点 K2 不闭合, 照明灯不亮。

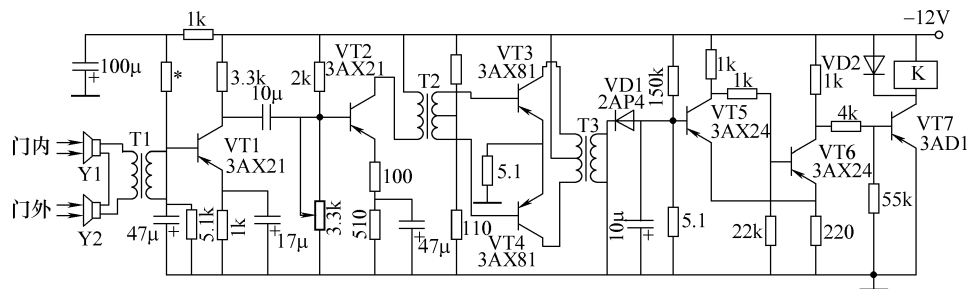
晚上光敏电阻无光照, 阻值为暗阻 (几乎无穷大), 即相当于开路, 此时当 F3 输出为高电平时, 非门 F5 的输入电平高于阈值, 故 F5 输出低电平, 非门 F6 则输出高电平, 晶体管 VT3 饱和导通, 继电器 K2 吸合, 常开触点 K2 亦吸合, 灯泡 EL 得电点亮为洗手者提供照明。当洗手者用完水离开后, 红外接收管接收不到 VD5 (TLN104) 发出的信号, 非门 F3 则输出低电平, 电容器 C_8 上的电荷经二极管 VD1 迅速泄放, 即晶体管 VT2 立刻由饱和转入截止状态, 继电器 K1 释放, 其触点 K1 打开, 即电磁阀 DF 在人离去的瞬间迅速关闭停水。电阻 R_{12} 及电容器 C_9 的值选得较大, 非门 F5 即使人在人离开的瞬间翻转输出高电平, 而二极管 VD3 反偏截止, 电容器要经电阻 R_{12} 缓慢地充电, 约 3min 后待 C_9 上端电压充至 $2/3V_{CC}$ 时, 才转为低电平, F3 失去基极偏压退出饱和而截止, 继电器 K2 释放, 触点 K2 打开, 灯泡 EL 自动熄灭。

(6) 驱动执行电路 驱动执行电路主要由继电器 K1 吸合, 常开触点 K1 亦闭合, 接通电磁阀 DF 的工作电源, 使电磁阀吸合, 给洗手者供水, 也接通照明电路, 使灯泡 EL 发亮。反之, 继电器常开触点断开, 切断电磁阀和照明电路, 停水熄灯。

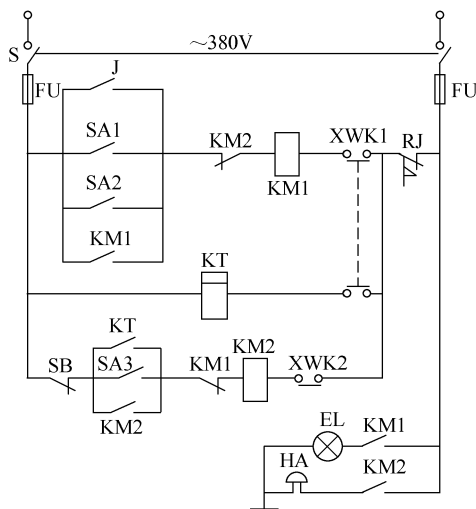
21. 遥控自动门电路

这种声控电路, 用其控制大门自动开闭, 效果较好。每当进入或开出的车辆靠近大门时, 司机按动扬声器, 大门自动打开, 待车过后, 门自动关闭。

控制装置由电子电路和电器控制电路两部分组成, 如图 18-36 所示。



a) 电子电路



b) 电气控制电路图

图 18-36 遥控自动门电路

(1) 开门控制 声控原理利用扬声器接收车辆扬声器声音信号(图 18-36a 中 Y1、Y2, 在门内、外各装一只), 并转换成电压信号, 通过交流放大电路(VT1、VT2、VT3、VT4)放大。经二极管 VD1 半波整流及电容滤波后, 在晶体管 VT5 的基极上得到负电压。VT5、VT6 组成施密特触发器, 没有信号作用时, VT5 截止, VT6 导通, VT7 截止。当信号电压作用在 VT5 的基极并达到门限电压时, 触发器翻转, 使 VT5 导通, VT6 截止, 输出级 VT7 由原来截止变为导通, 继电器 J 吸合, 图 18-36b 中的触点 J 接通, 驱动接触器 KM1, 常闭触点 KM1 断开, 完成互锁动作, 供电动机正转, 控制大门的机械部分将门打开。

(2) 电动机停止控制 大门的机械部分由电动机带动齿轮、齿条、变速箱和主动轴等传动机构, 再经皮带盘、钢丝绳牵引大门, 大门打开后, 门左侧有一横铁触动行程开关 XWK1, 使接触器 KM1 失电, 电动机停转。

(3) 延时关门控制 电动机停转后, 延时继电器 SJ 接通, 经延时 7s 后(测定开门 10s, 车辆可以顺利进出), 其触点接通接触器 KM2 使电动机反转关门。大门关上时, 门右侧也有一个横铁触动行程开关 XWK2, 使接触器 KM2 失电, 电动机停转, 从而完成一次开、关门的动作。

(4) 手动操作控制 平时人员出入, 开门、关门可用按钮操作。开门时, 在门里时按 SA1, 在门外时按 SA2, 都可以使接触器 KM1 得电, 使电动机正转开门, 关门过程同上。若同时出入人员较多, 延时 7s 不够用时, 可按住 SB 不动, 不使其自动关门, 待人出入完毕, 松开 SB, 使接触器 KM2 得电, 电动机反转关门。如果在 SB 接通时, 与延时继电器线圈 SJ 相连的 XWK1 受衔铁触动已经断开(即触点 SJ 断开), 可以手按 SA3 使接触器 KM2 得电, 以便关门。

图中热继电器 RJ 起过载保护作用。为防止发生夹车现象,在门边装有微动开关,出现夹车时,触动微动开关,门即刻打开;KM1 控制指示灯 HL, KM2 控制电铃 HA, 所以开门时亮灯,关门时响铃,以保安全。

22. 调光遥控电路

如图 18-37 所示的电路,如果晶闸管工作在全导通与关断,就是无触点开关。如果在触发器中将触发脉冲移相,去控制晶闸管输出正负半周的导通角,就成为交流调压电路了。交流调压器工作方式与可控整流十分相似,不同的是,它输出有正负半周的交流而不是直流。晶闸管交流调压电路已取代了笨重、发热量大而成本高、耗铜铁量大的机械式调压设备。大至额定电流数千安的电炉、电解、电镀电源,小至家庭用的变光台灯、调速电扇,都可采用晶闸管交流调压电路。目前在实用交流调压设备中,越来越普遍使用双向晶闸管来取代两只反向并联的普通晶闸管,大大简化了触发电路。

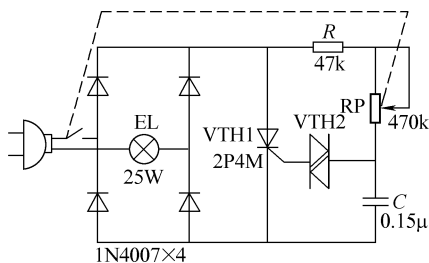


图 18-37 调光遥控电路

图为家用变光台灯电路。调整 RP 进行无级调压,灯光就能连续变化。这个电路还可以把灯换成别家用电器负载,如方便地调整电风扇、小鼓风机、手电钻的转速,电炉、电热毯、电熨斗、电烙铁的温度,落地灯、壁灯的亮度等。

23. 接近开关遥控电路

接近开关属于晶体管无触头位置开关,它的功能是当有某种物体与之接近到一定距离时就发出动作信号,以控制继电器或逻辑元件。它的用途除行程控制和限位保护外,还可作为检测金属体的存在,高速计数,测速、定位、变换运动方向,检测零件尺寸,液面控制及用作无触头按钮等。它具有工作可靠、寿命长等特点,近年来在机床上得到了广泛地应用。

当有金属物体进入一个以一定频率稳定振荡的高频振荡线圈的磁场时,由于该物体内部产生涡流损耗,对于铁磁性金属物体有磁滞损耗,使振荡回路电阻增大,能量损耗增加,以致振荡减弱直到终止。因此,在振荡电路后面接上放大电路与输出电路,就能检测出金属物体存在与否,并能给出相应的控制信号去控制继电器 K,以达到控制目的。

现以目前应用较多的 LXJ 系列为例对电路进行分析,电路如图 18-38 所示。

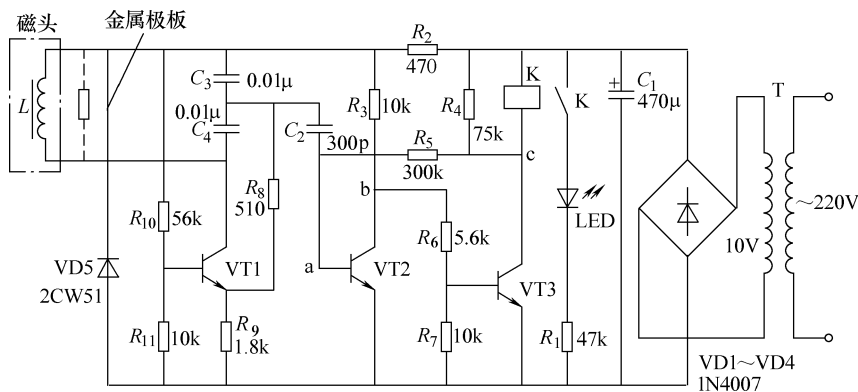


图 18-38 接近开关遥控电路

图中 L 为磁性振荡线圈的电感,它与电容器 C_3 、 C_4 组成了电容三点式振荡电路,采用电容分压反馈信号。

接近开关在正常情况下,即没有金属极板接近磁头,晶体管 VT1 处于振荡状态,通过 C_2 电容器将振荡信号耦合到 VT2 的基极,使 a 点呈现为负电位而导致晶体管 VT2 截止, b 点的高电位使 VT3 导通,继电器 K 吸合,指示灯为灭状态。

当金属极板接近磁头（振荡线圈）时，晶体管 VT1 停振，VT2 基极上没有了附加的负向振荡信号，而使 VT2 由截止转向导通，VT3 截止，继电器 K 释放，指示灯为亮状态。

24. 光电遥控开关电路

光敏电阻常与晶体管分立元件、集成运算放大器、555 定时元件等配合，组成各种不同电路。如图 18-39 所示为一简单的光电遥控开关电路，555 接成滞后比较器，灯的开关受光敏电阻 RG 控制，白天关闭，夜里接通。

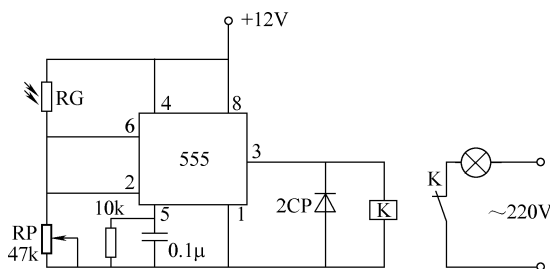


图 18-39 光电遥控开关电路

25. 热释电红外遥控电路

图 18-40 是热释电红外遥控的电路图。热释电红外传感器是一种敏感元件，配以滤光镜片和阻抗匹配用场效应晶体管组成，它能以非接触方式检测出来自人体的红外辐射，并将其转换成电信号输出。

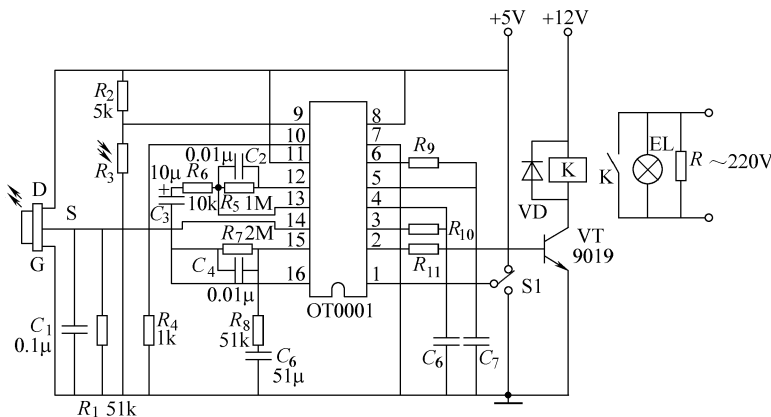


图 18-40 OT0001 的热释电红外遥控应用电路

运算放大器 OP1 将热释电红外传感器的输出信号作第一级放大，然后由 C_3 耦合给运算放大器 OP2 进行第二级放大，再经由电压比较器 COP1 和 COP2 构成的双向鉴幅器处理后，检出有效触发信号 V_s 去启动延迟时间定时器，输出信号 V_o 经晶体管 VT 放大，驱动继电器去接通负载。上图中， R_3 为光敏电阻，用来检测环境照度。当作为照明控制时，若环境较明亮， R_3 的电阻值会降低，使⑨脚的输入保持为低电平，从而封锁触发信号 V_s 。S1 是工作方式选择开关，当 S1 与 1 端连通时，芯片处于可重复触发工作方式；当 S1 与 2 端连通时，芯片则处于不可重复触发工作方式。输出延迟时间 TX 由外部的 R_9 和 C_7 的大小调整，值为 $TX \approx 24576 R_9 C_7$ ；触发封锁时间 T_i 由外部的 R_{10} 和 C_6 的大小调整，值为 $T_i \approx 24 R_{10} C_6$ 。

26. 由 RX5019/RX5020 组成的遥控电路

(1) 发射电路

1) 电路组成：本电路由 RP1、时基电路 LM555、RX5019 发射器件、发射天线及外围元件等组成。

2) 工作原理：RX5019 组成的发射电路由时基电路 LM555 构成多谐振荡器。电路中的 RP1 用来改变

振荡频率。其频率调解范围在 $1\sim 100\text{kHz}$ 之间, 其载波频率为 30MHz , 振荡信号从 C_4 耦合进入 RX5019, 再由天线向外发射出去。在无阻挡环境中发射距离可达 $3\sim 5\text{km}$, 在城市楼群中可达 $1\sim 3\text{km}$ 。若在固定场合使用一同轴电缆与架设在高处的拉杆天线相连接, 这样在空中的信号传输可达 8km 。RX5019 的信号输入既可以是语音信号, 也可以是各种音频振荡信号、音乐 IC 信号或传声器信号等, 如图 18-41a 所示。

(2) 接收电路 接收电路中的 RX5020 接收到发射电路所发的信号后经由电容 C_1 耦合至音频译码器 LM567 本身的输入端, 当 LM567 本身的固有频率与发射频率一致时, 其第③脚将输出低电平, 继电器 J 吸合, 使 RX5020 的输出信号直接接耳机, 也可以经一级放大后接扬声器等负载工作, 负载 LM567 自身固有频率的调整由电位器 RP 来完成。它的优势是发射范围大, 距离远, 但电压要求高, 如图 18-41b 所示。

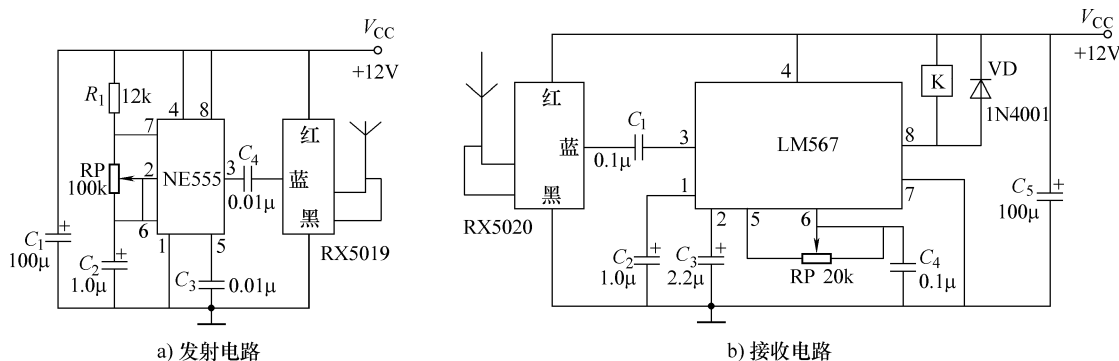


图 18-41 遥控电路

27. 煤炉门自动开门遥控电路

用煤炉做饭需要提前将炉门打开, 待炉火旺盛后方可使用。下面介绍一个炉门自动开启装置, 它能在主人回家之前定时将炉门自动打开, 省去了用人开火门等火旺盛的时间。

本装置结构简单、选材容易, 适合广大烧蜂窝煤炉的用户仿制。

电路工作原理 图 18-42 是煤炉自动开启装置的电路原理图。它实际上是一个声控电路, 煤炉的定时开启, 利用闹钟的铃声来控制。电路的主要组成部分是一个由 VT2、VT3 构成的单稳态电路。单稳态电路的工作原理是: 接通电源后, 电源正极通过电阻 R_5 向 VT3 提供足够大的基极偏流, 使其处于饱和导通状态, 其集电极电位很低, 约为 0.2V 左右。同时 VT3 的集电极电位经过电阻 R_6 和 R_7 的分压, 为晶体管 VT2 提供一个更低的基极电位, 使其处于截止状态。如果没有外来信号触发, 这个状态 (VT2 截止, VT3 饱和) 就可一直保持下去, 所以称为稳态。在稳态时, VT2 的集电极电位很高, VT3 的基极电位很低, 而电容 C_3 一端接 VT2 的集电极, 另一端接 VT3 的基极, 所以 C_3 上充有一定的电压, 极性是左正右负。

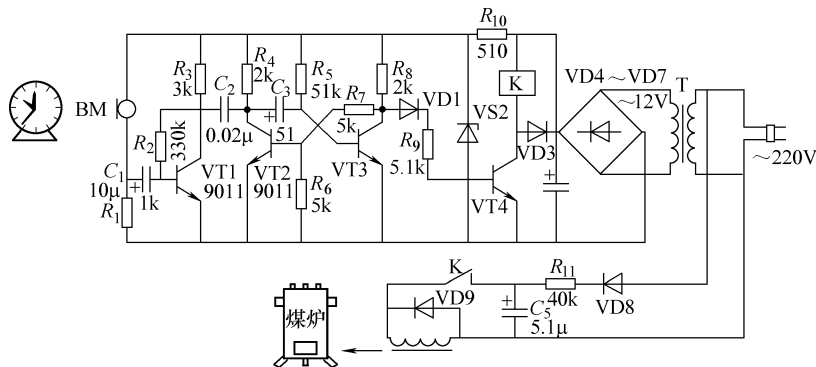


图 18-42 煤炉门自动开门遥控电路

当用导线将 VT2 的集电极和发射极瞬间短路, VT2 的集电极电位突然降低, 但电容 C_3 的电压是不能一下突变的, 所以 VT3 的基极电位也要降低, 从而使 VT3 转为截止。VT3 截止后, 其集电极电位马上升高, 由于 VT2 的基极电位是由 VT3 的集电极电位经电阻 R_6 、 R_7 分压而获得, 所以 VT2 的基极电位也随着升高, 从而 VT2 由截止转为饱和。随着时间的推移, C_3 上所充的电荷将通过 R_5 和 VT2 的 e、c 极逐渐泄放, 其右端电位即 VT3 的基极电位要逐渐升高, 当升高至 0.6V 左右时, VT3 将开始导通, 其集电极电位将开始降低, 经 R_6 、 R_7 分压, VT2 的基极电位也要开始降低, VT2 开始退出饱和, 其集电极电位开始升高, 经 C_3 的耦合作用, VT3 的基极电位进一步升高, VT3 进一步导通, 最后导致其饱和, 而使 VT2 截止, 即重新恢复为原来的稳定状态。可见, 单稳态电路经外加信号触发 (如用导线瞬间短路 VT2 的 c、e 两极) 后, 能由稳态迅速翻转而进入另一个暂稳态, 待经过一段时间的延时后, 又会重新翻回原来的稳态。

闹钟的铃声是靠传声器 BM 拾取的。平时传声器呈现的内阻抗比较大, VT1 的集电极电位较高, 单稳态电路也处于稳定状态。此时 VT3 的集电极电位很低, VT4 处于截止状态, 继电器不吸合。当传声器感受到很强的铃声时, 内阻抗急剧变小, 这一变化使 C_1 左端的电位迅速升高。相当于在晶体管 VT1 的基极输入了一个正脉冲, 使 VT1 的基极电位迅速上升, 其集电极电位迅速下降。这一电压的变化经电容器 C_2 传至 VT2 的集电极, 使 VT2 的集电极电位也迅速下降 (相当于将 VT2 的 c 极对 e 极短接一下)。于是单稳电路产生如上所述的翻转变, 使电路马上翻入暂稳态, 此时, VT3 的集电极电位突然上升, 致使 VT4 饱和。于是继电器发生动作, K 吸合, 电磁铁通电发生动作, 触动了炉门上设置的机关, 使炉门在弹簧拉力下打开。

28. 音频遥控开关电路

每发出一个特定频率的声音, 就会控制音频遥控开关改变一次状态, 电路对环境发出的其他频率的声音具有很强的抗干扰能力。

(1) 电路原理

1) 锁相环电路原理: CD4046 锁相环电路包括相位比较器、低通滤波器和电压控制振荡器 3 部分组成。相位比较器的功能是对外界的声音信号与内部的脉冲信号的中心频率进行频率比较, 当频率相同时, 从第①脚输出高电位; 无论是外界的声音信号还是内部的振荡信号, 其频率都会产生于失锁状态。为了解决这一问题, 锁相环电路可通过滤波器将相位比较器输出的电压反馈到电压振荡器, 改变内部振荡脉冲的频率, 使之与外界信号的频率相同; 这种由起始的失锁状态到最终的锁定状态所允许的输入信号频率范围叫做频率捕捉范围。CD4046 引脚图如图 18-43a 所示。CD4069 六反相器引脚图如图 18-43b 所示。

图中 PH11 为信号输入端; PH12 为比较信号输入端; VCO1 为压控振荡器控制端; INH 为禁止端; Z 为内部齐纳管负端; DEMO 为解调输出端; R_2 、 R_1 为外接电阻端; C_1 、 C_2 为外接电容端; PH01、PH02 为相位比较器 I 和 II 输出端; PH03 为相位输出端, 入锁时高电平, 失锁时低电平; VCO0 为压控振荡器输出端。

2) 原理分析: 电路可用口哨声音进行作为信号的发射器, 进行遥控。由传声器 BM 接收, 调整电路的接收频率, 使得电路只对特定的口哨声音产生反应。仔细调整, 使得电路灵敏度最高, 控制距离最远。如果制作者比较有经验, 也可以使用嘴吹出口哨进行电路的调整。

接收电路原理如图 18-43c 所示。电路由 CD4069 六反相器和 CD4060 14 位进制串行计数/分频器等元件组成音频放大电路、锁相环电路和开关输出电路。音频放大电路将传声器得到的声音信号进行放大。外界的声音信号经过放大后接到锁相环电路的输入端。锁相环电路内部有一个压控振荡器, 平时工作在设定的工作频率上。当外界的声音信号传入锁相环电路, 每当接收到与压控振荡器工作频率相同的声音信号时, 锁相环电路就处于锁定状态, 输出电路的电压由低变高, 控制开关输出电路改变开关状态。

(2) 元器件选用与调试 元器件选用如图 18-43 所示。调试时, 应使哨声频率与振荡频率相同, 反复调试即可。电路对电源电压要求比较高, 应尽量保持电源电压的稳定; 如果用 9V 电源, 可使用 4046 自带的稳压管, 以输出 5V 的工作电压。

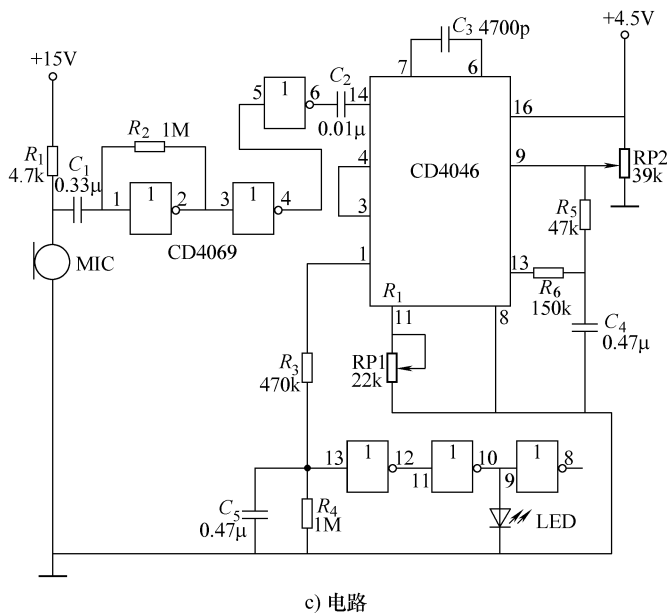
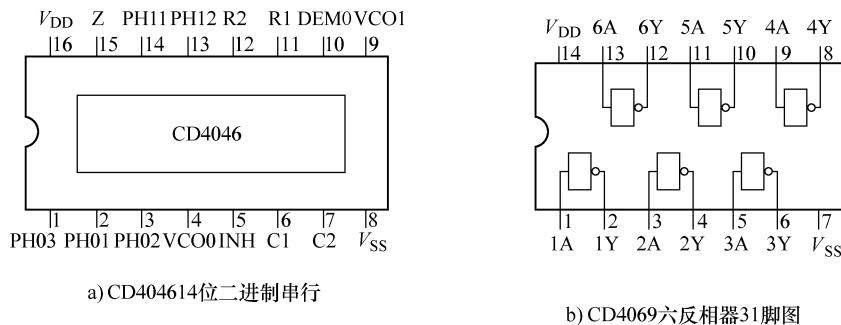


图 18-43 音频遥控开关原理图

29. 家用电器音频遥控电路

家用电器音频遥控器，借用家庭电话为双音频拨号或双音频脉冲兼容的条件，将音频遥控器附设在用户的电话线上。当主人出门在外只要拨打家中的电话，就可以遥控家里接在电源上的电器的通与断，应用方便。附加此遥控器后，对电话的正常接听和打出均无影响。

(1) 电路工作原理

1) 电路组成 如图 18-44 所示，图中 C_8 、光耦合器、VT3、VT4 等组成铃流检测电路；IC4 (555) 构成简单的延时电路；VT1、VT2、LED1、 R_5 等构成模拟摘机电路；IC1 和 IC2 构成双音频信号的接收、译码电路；D 触发器和继电器构成执行电路。

2) 工作原理分析 电话线上的双音频信号先经双音频信号接收器 IC1 内部的拨号音滤波器，滤除拨号杂音信号，然后经前置放大后送入双音频滤波器，将双音频信号按高、低频信号分开，分别经高、低频滤波器、幅度检测器送入输出译码电路。经过数字运算后，在其数据输出端 (⑪~⑭脚) 输出对应的 8421 码，需要指出的是，对于“0”号码，IC1 输出的 8421 码并非是“0000”，而是“1010”。IC1 输出的 8421 码分别为“1011”和“1100”。假如，在外边接通家中第 6 路电器的电源，可拨打一次电话回家，此时交换机即向家中电话送出 90V、25Hz 的铃流信号，此铃流信号经 C_8 、 R_{14} 后使电路中光耦合器中的发光管点亮，此时电源通过 RP、 R_{13} 和光敏晶体管对 C_7 进行充电。由于铃流信号是间断的，故充电过程也是间断的。当有 6 次间断的铃流信号输入、 C_7 两端电压达到 VT4 的峰点电压时，VT4 导通， R_{12} 两端电压升高，

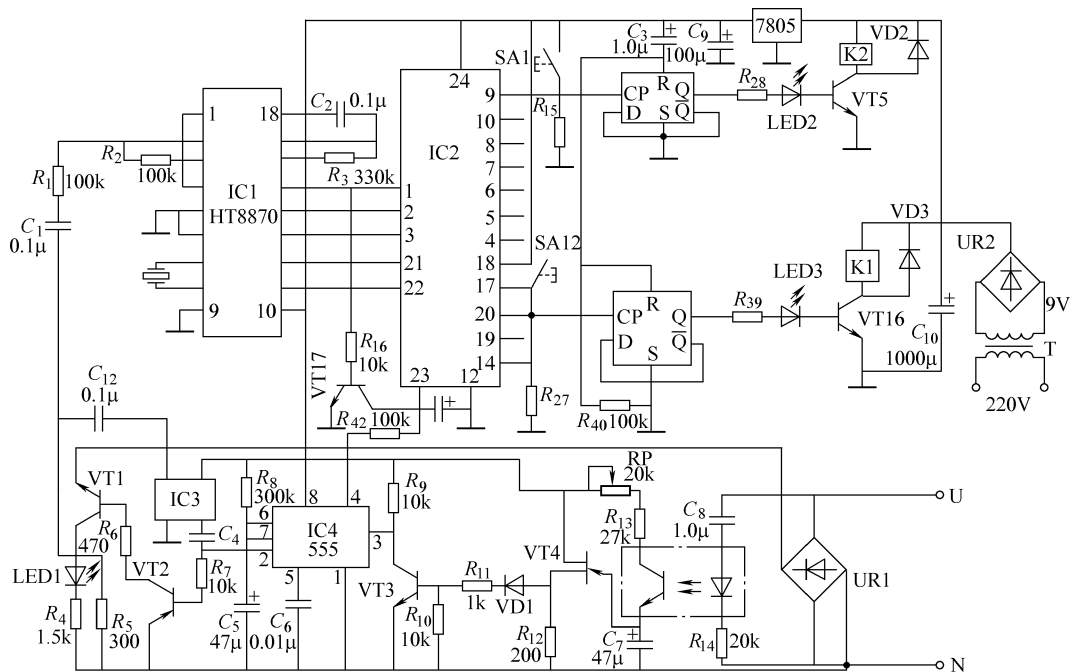


图 18-44 家用电器遥控器电路

VD1 导通, VT3 随之导通, 此时 IC4 的②脚变为低电平, IC4 被置位变为暂稳态, 其③脚输出高电平, 经 R_7 使 VT2 导通, VT1 也随之导通, LED1 点亮, 此时电话处于模拟摘机状态, 发话人受话器中的回铃音将消失。同时, 由于音乐片 IC3 被触发, 输出一段音乐经电话线及交换机送至发话人的受话器中, 发话人听到音乐声后即可按一下数字键“6”, 此时电话机便发出一个 $770+1447\text{Hz}$ 的双音频信号 (发话人可以从受话器中听到), 并经交换机送至电话线上, 后经 VT1、 C_1 、 R_1 送至 IC1 的输入端, 由内部处理后, 在其输出端译出相应的 8421 码, 并送入一块 4~16 线译码器 IC2 的输入端。此码被译后, 其⑤脚输出高电平, 使 CD4013 构成的 D 触发器翻转, Q 端输出高电平, VT5 导通, K2 吸合, 接通第 6 路电器的电源。同理, 按动其他键还可以遥控其余电器的电源。随着时间的逐渐增加, C_5 两端的电压逐渐升高, 当电压上升至电源电压的 $2/3$ 时 (约 15s), IC4 复位, 其③脚又变为低电平, VT2 和 VT1 截止, LED1 熄灭, 整个遥控过程结束。

另外, 本机还设有 12 个手动按键开关 SA1~SA12, 人们回家后可按动这些开关去控制 12 路电器的通/断。

(2) 元件选用与调试 VD2~VD3 选用 1N4001, 图中未标注的电阻均为 $100\text{k}\Omega$, VT1、VT2 选用反向击穿电压大于 160V 的 2N5401、A5551 等晶体管, 也可用 3CG1800、G182 直接代替; VT3、VT4、VT5、VT6 选用 9014; A 选用 4N25 光耦合器。IC1 选用双音频接收器 MT8870 (也可用 YN9012、TC35301 代替); T 应选用功率约为 8W、电压为 9V/220V 交流变压器; IC2 选用 4~16 线译码器 CD4514, IC3 选用 KD-9300 “世界名曲”或 KD 系列的其他音乐片; IC4 选用 NE555、CA555、LM555 等集成电路; IC5 选用三端稳压块 7805 (如果是塑封品需加一小块散热片); IC6 选用 CD4013 双 D 触发器。

按图 18-44 所示装好本机后, 将它与电话机并接起来。调试时可先将 IC4 的③脚与 R_7 、 C_4 断开, 将 R_7 直接与电源正极连接, LED1 亮, 摘取电话机应从受话器里听到 IC3 发出的音乐声。1 次按动键盘上的“1~9”、“0”、“*”、“#”等键, LED2 等发光管应依次点亮, 然后再按这些键则 LED2 等应依次熄灭。最后将 R_7 与电源正极断开, 让电信局发来一个长时 6 的振铃信号 (可打电话到机房, 或自制铃流信号发生器), 调节 R_{13} , 使经过 6 次间断的振铃后, IC4 的③脚输出高电平, 至此调试结束。将 IC4 的③脚与 R_7 、 C_4 接好, 整个遥控器可正常工作。

30. 红外遥控继电器电路

电路如图 18-45 所示, 图 18-45a 为发射电路, 接通电源, 红外发光二极管发射光, 接收电路如图

18-45b所示,接收红外光的晶体管 3DU5,把接收到的信号经过 NE555 定时器 3 端输出,使继电器线圈有电吸合,其常开触点闭合,使负载工作。

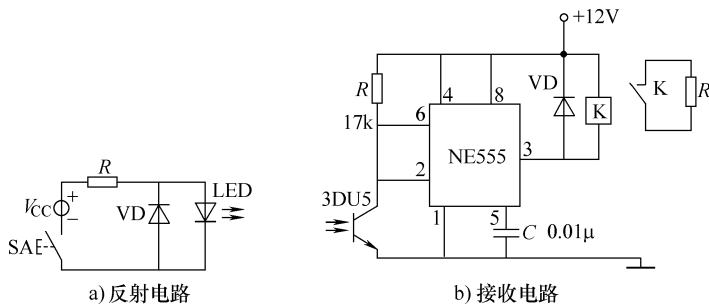


图 18-45 红外线遥控继电器电路

31. 光电池遥控电路

电路如图 18-46 所示。220V 交流电压经变压器 T 变压为 19V，后经桥式全波整流，电容 C_1 滤波，三端稳压集成块 7812 稳压后变成直流电压。

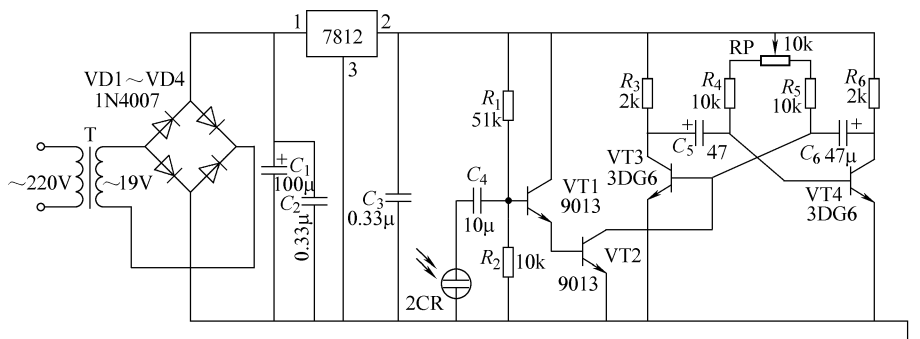


图 18-46 硅光电池遥控电路

当光电池受到光照后,使单稳态或双稳态电路状态翻转,改变电路的工作状态,去接通或断开负载电路,或者触发晶闸管电路导通,控制照明或家用电器开关。

元器件选择,按照图 18-46 标注的型号、参数选用即可。

32. 亚超声遥控电路

本例介绍的亚超声遥控开关,采用压气式亚超声笛(用橡胶制成,有橄榄形和扁圆形)控制。使用时用手捏一下亚超声笛,遥控开关即接通;再捏一下亚超声笛,开关则关闭。该亚超声遥控开关可用来控制照明灯、排风扇及一些小型用电设备。

(1) 电路组成 该亚超声遥控开关电路由电源电路、亚超声控制电路、双稳态触发器和控制执行电路组成,如图 18-47 所示。

电源电路由熔断器 FU、降压电容器 C_1 、电阻器 R_1 、整流二极管 VD1、VD2、滤波电容器 C_2 和稳压二极管 VS 组成。

亚超声控制电路由亚超声传感器 B、晶体管 VT1、VT2、二极管 VD3、电阻器 R_2 、 R_3 、电感器 L 和电容器 C_3 、 C_5 组成。

双稳态触发器由晶体管 VT3、VT4,二极管 VD4、VD5,电阻器 R_4 、 R_9 和电容器 C_6 、 C_8 组成。

控制执行电路由晶体管 VT5,电阻器 R_{10} 、 R_{11} ,发光二极管 LED 和继电器 K 组成。

交流 220 伏电压经 C_1 降压、VD1 和 VD2 整流、 C_2 滤波及 VS 稳压后,产生 9V 直流电压,供给亚超声控制电路、双稳态触发器和控制执行电路。

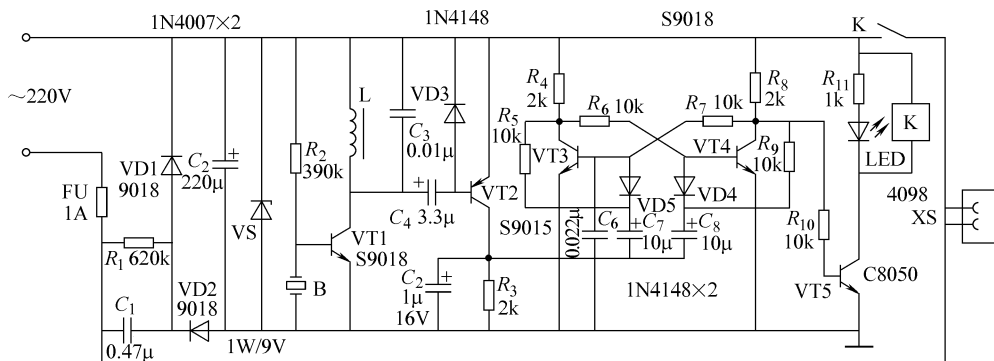


图 18-47 亚超声遥控电路

(2) 电路原理 当用手捏一下亚超声笛时，亚超声传感器 B 将接收到的亚超声信号变换成电信号，该信号经 VT1、VT2 放大后，去触发双稳态触发器，使其由一种状态变换为另一种状态。

若在未捏亚超声笛时，双稳态触发器输出低电平，则 VT5 截止，K 处于释放状态。LED 不亮，输出插座 XS 无电压输出，负载（用电设备）不工作。

当捏一下亚超声笛后，双稳态触发器变换成另一种状态，输出高电平，使 VT5 导通，K 吸合，其常开触头接通，通过 XS 向负载提供工作电源，同时 LED 点亮，指示该亚超声遥控开关处于接通状态。再捏一下亚超声笛，则 VT5 截止，K 释放，XS 上的电压消失，LED 熄灭，指示该遥控开关处于关闭状态。

33. 遥控插座电路

该红外线遥控插座主要由电源、红外线接收及插座电源通断控制三部分构成。在接通市电后，交流市电经 C_1 限流，VD1、VD2 整流， C_2 滤波，VD3 稳压后获得 10V 直流电压，如图 18-48 所示。

该电压一路经 R_9 加至红色发光二极管 VD4 正极，另一路经 R_3 进一步降压， C_3 再滤波后得到约 5V 工作电压。该电压一路经电感 L 滤除高频干扰后加至红外线接收 IC 电源端③脚；另一路直接送往双 D 触发器电源端⑭脚和⑤脚。

当按下遥控器控制按键时。遥控器所发射的红外线被红外线接收二极管 VD5 接收后转变成电信号，由 IC1⑦脚送入 IC 内部，经整形、放大及译码后从①脚输出一组负脉冲信号。于是 VT1 的 c 极输出正脉冲，其触发信号加至 IC2 的触发端⑪脚。因⑧脚为低电平，⑩脚、⑨脚接的是高电平，其输出端⑬脚应输出低电平，即触发器触发端③脚输入低电平，因②脚与⑤脚相连为低电平，④脚、⑥脚为低电平，触发器①脚输出高电平。于是控制管 VT2 导通，双向晶闸管 VTH 导通，使插座 CZ 上的用电器得电，同时发光二极管 LED1 点亮，并维持此状态不变。如果再按一次遥控器控制按键，触发器翻转，①脚就会输出低电平，晶闸管关断。LED1 同时熄灭，插座上的用电器停止工作。图中 R_7 、 C_5 及 R_{11} 、 C_6 有一定的延时作用。

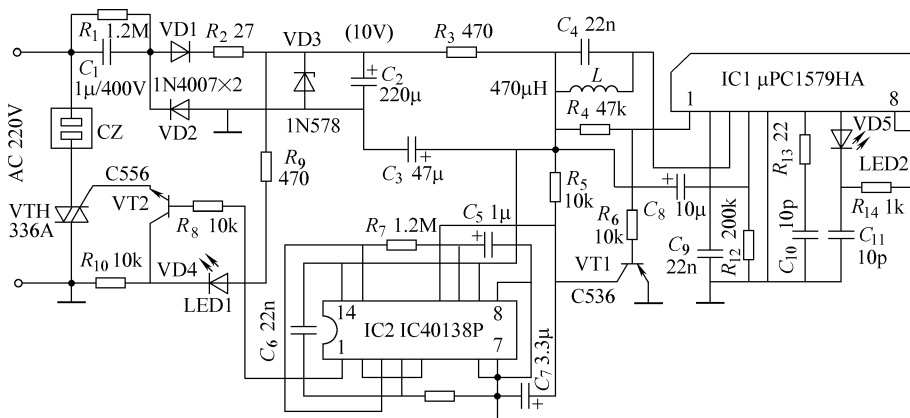


图 18-48 遥控插座电路

34. 太阳能热水器自动跟踪遥控电路

电路由两部分组成,如图 18-49 所示。

(1) 电源电路 电源经 T 变压,将交流 220V 降为 33V,经全波整流、滤波、三端稳压分别输出 +24V 和 +12V 给控制电路供电。其中 +24V 也可用交流 24V。

(2) 控制电路 光电二极管也经常与 555 电路结合组成各种控制电路,图 18-49 给出了一个实用的太阳能热水器(太阳灶)自动跟踪遥控器。光敏二极管 VD1 安装在一个定向收光筒内,比太阳能热水器受光方向超前 2 度,555 作为滞后比较器工作。当太阳光直射到光敏二极管 VD1 (3DU12) 时,其阻值下降,电流增大,使 555 ③ 端输出低电平,继电器 J 吸合,常开接点接通电机电源,电机通过减速齿轮驱动太阳能热水器顺时针运转。当照射 VD1 的阳光减弱时,555 输出高电平,继电器 J 常开触点断开,切断电机回路电源,电动机停止转动。这样,就使太阳能热水器始终紧跟着太阳,叫做“太阳走我也走”地追着直射太阳光,达到最佳受光状态。

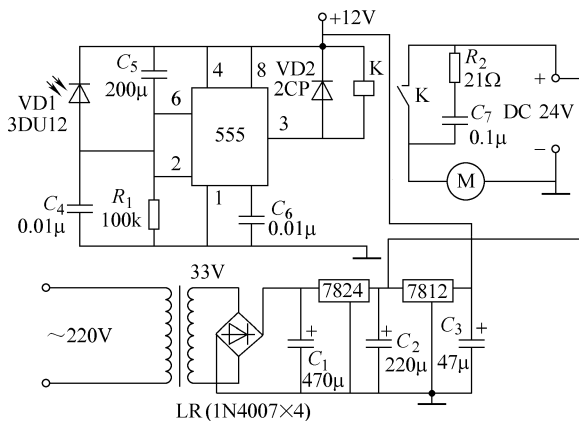


图 18-49 电路跟踪遥控原理图

35. 湿手烘干器遥控电路

当你在卫生间洗手烘干时,你知道它的原理吗?本节介绍烘干器的遥控电路,供读者参考。

(1) 工作原理 电路如图 18-50 所示。光电传感器 GT 内部由发射和接收管组成。无人洗手间,光电传感器 GT 中发射管发出的脉冲光因无移动物体(手)反射回 GT 的接收管,GT 输出级(黑线)呈现低电平,开关晶体管 VT 截止,继电器 k 不动作,电热丝、电吹风扇不工作,整个电路处于待机状态。

当有人烘手时,靠近光电传感器的手将 GT 发射管发出的冲光反射给 GT 内的接收管经传感器内部判断和 GT 输出级(黑线)为高电平,开关晶体管 VT 饱和导通,继电器 J 动作,继电器的常开触点 k 闭合,接通控制主电路,电热丝发出的热量,经电风扇 M 吹出把湿手吹干,手离开烘干器后,电路又恢复待机状态。

(2) 元器件选择 GT 选用霍尼韦尔公司生产的内装放大器式 HPA 型的 HPAR23 光电传感器,继电器选用 JQX-4F 型。电扇可选用电冰箱上的风扇。其他元器件的选用如图 18-50 所示,无特殊要求。

(3) 制作与调试 制作时光电传感器输出线中的黄、红线断开不用,晶体管等元器件直接焊在继电器上。本电路结构简单,只要元器件选择正确,焊接无误,无须调试即可正常工作。

(4) 分析 对于图 18-50 所示的电路,如果继电器 KD 的线圈电流很小,或者用电设备的电压很低,电流很小,那么可以将其直接与干簧管串联,用不到其他元器件。干簧管一般触点容量较小,在控制大容量负载时,就要用晶体管、继电器、接触器或者晶闸管等作电压、电流或功率放大。由于晶闸管控制极所需的电压很低、电流很小,因此把干簧管接于晶闸管的控制极回路,用电设备接于晶闸管的主回路中,这是一种较好的方案。

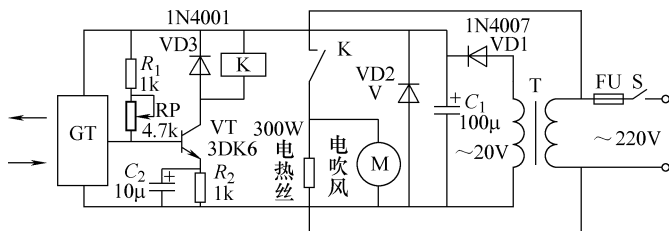


图 18-50 卫生间湿手烘干器遥控电路

36. 常用红外发射电路

红外光发射器电路有直流电流驱动电路、交流电流驱动电路和脉动电流驱动电路三种。按照构成发射电路所用的器件的不同,可分为分立元件组成的发射器电路、以通用集成电路为核心组成的发射器电路和由专用红外集成电路构成的发射器电路等。

红外光发射器电路:该发射器电路如图 18-51 所示。它由 555 定时器组成的脉冲方波发生器、驱动放大器和红外发光二极管等元件组成。脉冲发生器输出脉冲方波信号经 R_5 加至 VT1 的基极。当脉冲信号波形为高电平“1”时,VT1 饱和导通,VT2 也导通,驱动发光二极管 LED1 发出可见光(红色或绿色),表示发射电路工作,红外发光二极管 LED2 发出红外光(不可见近红外光束)。当脉冲信号波形呈低电平“0”时,VT1、VT2 均不导通,LED2 不发光。这样就可实现红外光脉冲的发射。

LED1 为普通发光二极管,LED2 为 TLN104 型红外发光二极管,VT1、VT2 为 3DG6。其他元件参数如图 18-51 标注。

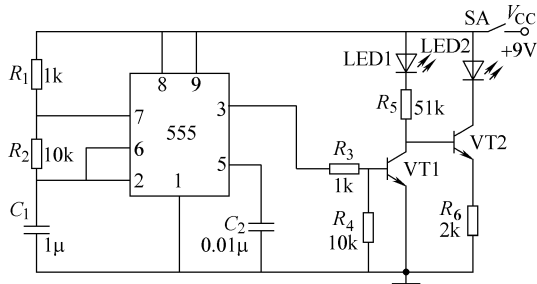


图 18-51 红外光发射电路

37. 多谐振荡红外光发射电路

该红外发射电路如图 18-52 所示。由晶体管 VT1、VT2 和阻容元件等构成一个多谐振荡器。多谐振荡器的工作原理是: R_3 、 R_4 分别是 VT2、VT1 的基极偏流电阻, 合上开关 SA 加上电源电压后, VT2 优先导通, 其集电极呈低电平“0”, 此低电平经 VD2、 C_3 耦合至 VT1 的基极, 使 VT1 截止。VT2 导通后, R_4 、VD2 和 VT2 向 C_3 充电, 充电的结果是使 C_3 带上左正右负的电荷, 使 VT1 的基极电位开始升高。当基极电压升高至一定值后, VT1 导通, 其集电极的下跳变电平经 VD1、 C_2 加至 VT2 的基极, 使 VT2 由导通转为截止。过一会儿后, VT1 转为截止, VT2 导通。VT1、VT2 交替导通、截止, 如此地循环下去, 所以叫做无稳态多谐振荡器。

其振荡频率主要取决于充放电时间常数 R_4C_3 和 R_3C_2 。

VT1、VT2 起振后的交替导通和截止, 接于其集电极上的 LED2、LED3 和 LED1 交替发出红外光和红色光。LED 的可见光用于监视振荡器的工作正常与否, 即指示工作状态。

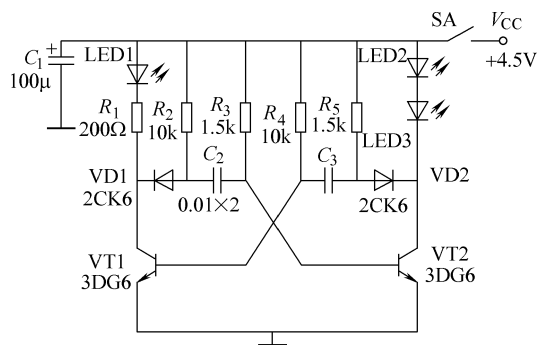


图 18-52 多谐振荡红外发射电路

38. 集成振荡红外光发射电路

该电路如图 18-53 所示。它是以一块六反相器集成电路 74LS04 (CD4069) 为核心组成的振荡器和 VT 放大驱动级。门电路 IC1、IC2 和 R_2 、RP、C 等组成的一个 RC 振荡器, 其振荡频率取决于 $T=RC$ 时间常数, 即

$$f=1/T=1/[2.2(R_2+R_{RP})C]$$

图示参数的振荡频率在 500~4000Hz 之间, 调节电位器 RP, 可改变其振荡频率。门电路 IC3、IC4 用于隔离、放大、整形以及驱动 VT, 使红外发光二极管 LED 发出红外脉冲光。 R_3 为限流电阻, 其阻值大小视所加的电源电压及驱动管的类型而定。

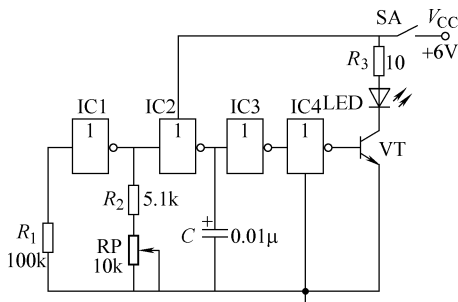


图 18-53 集成振荡红外发射电路

39. 窄脉冲红外光发射电路

该电路如图 18-54 所示。由时基集成电路 555、晶体管 VT 和少量外围元件组成一个多谐振荡器，电路的充放电时间常数 T_1 和 T_2 ，其中 $T_1 = 0.7(R_1 + RP)C_2$ ， $T_2 = 0.7R_2C_2$ ，它的振荡频率取决于充放电时间常数 $T(T = T_1 + T_2)$ ，即

$$f_0 = 1/T = 1.44 / [(R_1 + 2RP)C_2]$$

用电位器 RP 可以根据需要调整电路的振荡频率，如图 18-54 所示参数，其振荡频率约为 20kHz。由于充电时间常数 $(R_1 + RP)C_2$ 远大于放电时间常数 R_2C_2 。因此，由③脚输出的振荡脉冲的低电平和高电平的时间比约为 1:10。因驱动级 VT 采用 NPN 型晶体管 3DG6，故红外发光二极管导通发射) 和截止停发的时间比为 1:10，即红外发射管发射红外光的时间仅为振荡周期 T 的 1/10，发射的是窄脉冲红外光。

红外发光二极管 LED 采用 TLN107 型二极管，其峰值电流可达 600mA，平均电平为 250mA 左右。LED 的顶端有一个透镜，它能将发出的红外光会聚成辐射角为 $50^\circ \sim 60^\circ$ 的红外光束向外辐射，作为红外信号送给接收器。

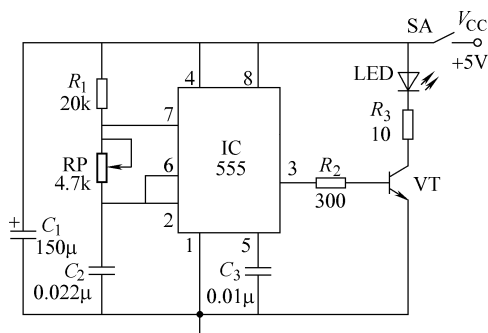


图 18-54 窄脉冲红外光发射电路

40. 红外线遥控接收电路

当红外接收管接收到发射器发出的遥控信号后，经 KA2184 处理后由⑦脚输出低电平。这一低电平直接加到 VT 的基极，使其导通，它的集电极输出的电流在 R_4 上端形成一个高电平输出。这一高电平通过 R_6 加至调光电路 LS7232 的辅助输入端 (⑥脚)，作为调光的控制信号。

接收电路如图 18-55 所示，它是一个红外遥控调光电路，当它的⑥脚输入触发信号后，它的⑧脚就会连续输出控制双向晶闸管导通角的控制脉冲，使双向晶闸管的导通角在 $41^\circ \sim 160^\circ$ 之间变化。随着双向晶闸管导通角的变化，电灯也由暗变亮或由亮变暗，从而实现了电灯的调光控制。

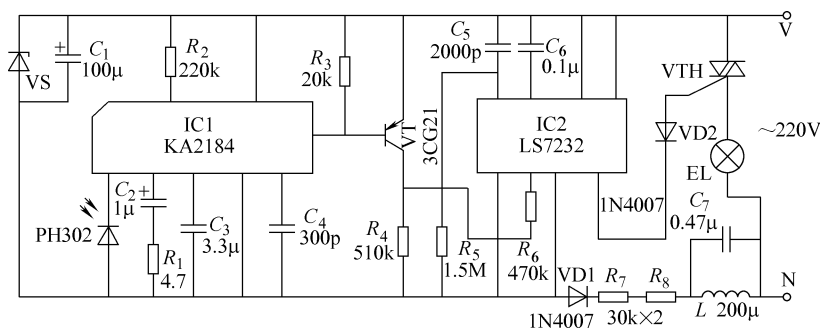


图 18-55 红外遥控调光电路图

在调光过程中，当需要电灯由暗变亮时，可按住遥控器的发射按键不断发送控制信号。这时可以看到电灯在逐渐变亮，当达到所需亮度时，立即松开发射按键，这时电灯的亮度便停留在这个位置上。如果连续按下去，电灯又会由亮逐渐变暗，直至熄灭。

需要注意的是：LS7232 是一种 PMOS 型集成电路，因此它的电源极性与常用的 CMOS 电路相反，即它的 V_{DD} 电源端应当接电源的负极，而 V_{SS} 端则应接电源的正极。

本电路电源仍采用交流供电、电容 C_7 降压、二极管 VD1 半波整流。与其他电容降压的供电电路不同的是，该电源的降压电容 C_7 并联了一只 $220\mu\text{H}$ 的电感，它的作用是用来吸收 LS7232 所产生的谐波，防止它通过电源线干扰其他用电器。

41. 单通道红外线遥控电路

在不需要多路控制的应用场合,可以使用由常规集成电路组成的单通道红外遥控电路。这种遥控电路不需要使用价格较高的专用编译码器,因此成本较低。

单通道红外遥控发射电路如图 18-56a 所示。在发射电路中使用了一片高速 CMOS 型四重二输入“与非”门 74HC00。其中“与非”门 1、门 2 和其他元件组成低频振荡器,振荡频率为 f_1 , 门 3、4 组成载波振荡器,振荡频率 f_0 调在 38kHz 左右;振荡频率 f_1 不必精确调整, f_1 对 f_0 进行调制,所以从“与非”门 4 输出的波形是断续的载波,这就是经红外发光二极管传送的波形。

几个关键点的波形如图 18-56b 所示,图中 B' 波形是 A 点不加调制波形而直接接高电平时 B 点输出的波形。由图 18-56b 可以看出,当 A 点波形为高电平时,红外发光二极管发射载波;当 A 点波形为低电平时,红外发光二极管不发射载波。这一停一发的频率就是低频振荡器频率 f_1 。在红外发射电路中元器件选择上,不采用价格低廉的低速 CMOS 四重二输入“与非”门 CD4011,而采用价格较高的 74HC00,主要原因是由于电源电压的限制。红外发射器的外壳有多种多样,但电源一般都设计成 3V,使用两节 5 号或 7 号电池作电源。CD4011 的标称工作电压为 3~18V,但对处理数字信号而言,使振荡电路起振,产生方波信号的工作电压大于 4.5V 才行,否则不易起振,影响使用。而 74HC00 系列的 CMOS 数字集成电路最低工作电压为 2V,所以发射器使用 3V 电源更为方便。74HC00 的引脚功能如图 18-56c 所示。

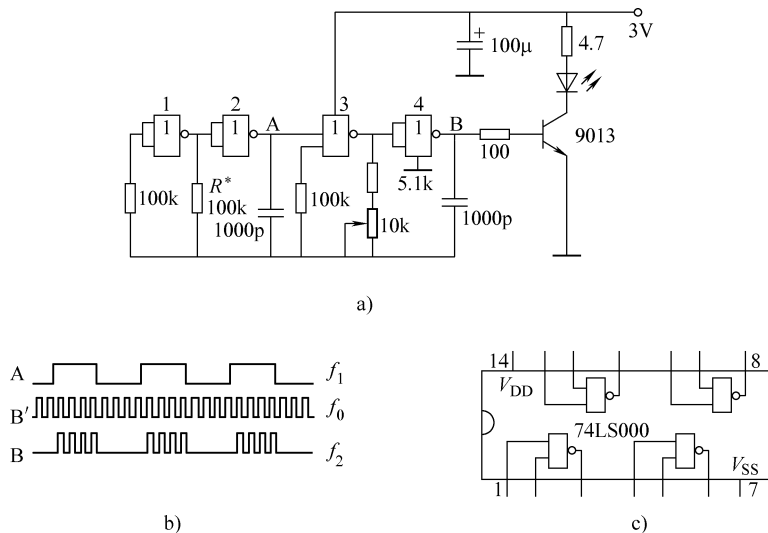


图 18-56 单通道红外遥控发射电路

图 18-57 为红外接收电路。图中, IC1 是 LM567。LM567 是一片锁相环电路,采用 8 脚双列直插塑封。其⑤、⑥脚外接的电阻和电容决定了内部压控振荡器的中心频率 f_2 , $f_2 \approx 1/1.1RC$ 。其①、②脚通常分别通过一电容器接地,形成输出滤波网络和环路单级低通滤波网络。②脚所接电容决定锁相环路的捕捉带宽;电容值越大,环路带宽越窄。①脚所接电容的容量应至少是②脚电容的 2 倍。③脚是输入端,要求输入信号大于等于 25mV。⑧脚是逻辑输出端,其内部是一个集电极开路的晶体管,允许最大灌电流为 100mA。LM567 的工作电压为 4.75~9V,工作频率从直流到 500kHz,静态工作电流约为 8mA。LM567 的内部电路及详细工作过程非常复杂,这里仅将其基本功能概述如下:当 LM567 的③脚输入幅度大于等于 25mV、频率在其带宽内的信号时,⑧脚由高电平变成低电平,②脚输出经频率/电压变换的调制信号;如果在器件的②脚输入音频信号,则在⑤脚输出受②脚输入调制信号调制的调频方波信号。在图 18-57 的电路中,我们仅利用了 LM567 接收到相同频率的载波信号后⑧脚电压由高变

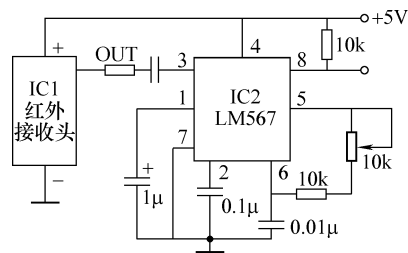


图 18-57 单通道红外遥控接收电路

低这一特性, 来实现对被控对象的控制。

分析了 LM567 的基本工作原理和功能后, 再来分析图 18-60 电路便非常简单了。IC1 是红外接收头, 它接收发射器发出的红外信号, 其中心频率与发射器载波频率 f_0 相同, 经 IC1 解调后, 在输出端 OUT 输出频率为 f_1 的方波信号, 也就是与图 18-60b 中 A 点波形相同的信号。我们将 LM567 的中心频率调到与发射器中“与非”门 1、2 振荡频率相同, 即使 $f_2 = f_1$ 。则当发射器发射信号时, LM567 便开始工作, ⑧脚由高电平变为低电平, 利用这个变化的电平便可去控制各种对象。利用图 18-56 的电路, 我们可以做成遥控开关, 遥控家里的各种家用电器。

实际上, 利用图 18-56 和图 18-57 所示的电路, 我们也可以较容易地将其改造成多路遥控电路。方法是: 在发射器图中将电阻 R^* 变成若干挡不同的数值, 由此形成若干种频率不同的调制信号; 在接收电路中, 设置若干只 LM567, 其输入均来自红外接收头, 各个 LM567 的振荡频率不同, 但与发射端一一对应。这样当发射器按压不同的按钮, 接入不同的调制信号时, 在接收端对应的 LM567 的⑧脚的电平就会发生变化, 由此形成多路控制。严格说来, 这种频分制多路与数字编译码多路控制相比, 缺点是调试比较复杂。但在有些场合, 如在多路报警中, 也有其一席之地。如在报警应用场合中, 需要解决两路以上同时报警的问题时, 用时分制多路存在复杂的同步问题, 在频宽允许的情况下, 用频分制多路控制则很容易解决。

42. 红外线九功能遥控器电路

TM703/702 为九功能红外遥控发射/接收专用集成器件。二者通过组合可方便地实现对各种电器设备 9 种功能的红外遥控。此发射/接收器件内部设有振荡器, 它所构成的遥控电路外围电路简单, 调试容易且静态功耗极低。

(1) 引脚功能 TM703/702 红外遥控发射/接收集成电路均为 16 脚双列直插塑料封装形式, 如图 18-58a 所示。其相应引脚功能为: ① PII、② UP、③ DOWN、⑤ RIGHT、⑥ LEFT、⑨ START、⑩ SELECT、⑪ A、⑫ B 均为功能键输入端, 内部上拉高电平, 接收电路中后缀“0”表示低电平有效; ⑦ OSC1、⑧ OSC0 为振荡器输入、输出端; ⑭ O/P 脚为编码声频信号输出端; ⑮ LED 为指示输出端; ⑬ H₁₆ 为 16Hz 信号输出端, 当电路启动后即有输出; I/P 为编码声频信号输入端; POR 为电源供电置位输入端, 接外部电容器; * TEST 为“6TEST”测试用引脚, 不用时可悬空; %0、⑮ V_{DD}、④ GND 分别为电源正、负输入端。

(2) 主要电气参数 TM703/702 红外遥控发射/接收器件极限工作参数为: 直流电源电压范围为 ($V_{DD} + 0.3V$) ~ 5.0V; 输入/输出电压为 (GND - 0.3V) ~ ($V_{DD} + 0.3V$); 工作温度范围 0~50℃; 储存温度范围为 -25~+100℃。

(3) 工作原理 如图 18-58a 所示为 TM703 构成的红外遥控发射电路。对于发射电路 TM703, 其内部振荡器产生电路主脉冲, 时钟电路产生时序脉冲, 判读电路把输入控制信号判读后送入编码电路, 按时序编码后产生控制代码。输出缓冲器电路对输出控制信号及 LED 显示信号给予足够的放大, 以提高其输出负载能力。当按下发射电路任一按键时, 经 TM703 内部编码后, 由 14 脚 (O/P) 输出。再经晶体管放大后送到红外发射管向外发射。

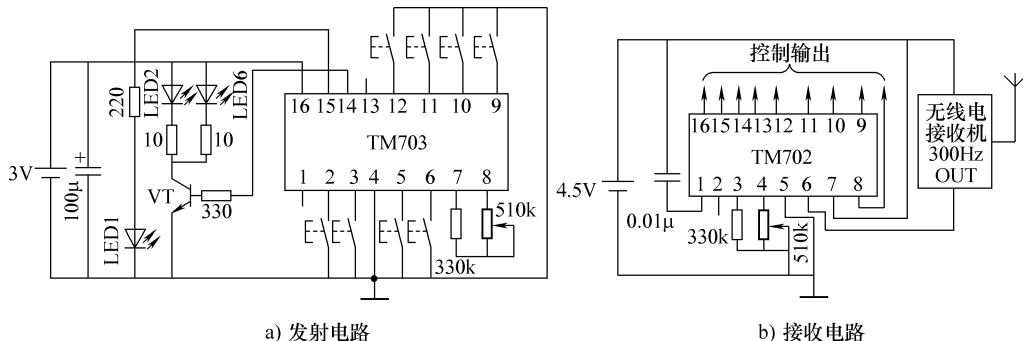


图 18-58 红外线九功能遥控器电路

图 18-58b 对应红外遥控接收电路。接收电路 TM702 的振荡器、时钟电路及输出缓冲器与 TM703 功能相同,但其控制电路则是为了控制译码器的开闭。当外部已调制的遥控信号从“I/P”送入译码器后,译码器按照时钟控制的时间序列译码。输出的控制码经缓冲放大器放大后,向控制对象发出控制指令。接收电路收到此信号后,由红外线解调器放大、解调,再送入 TM702 的第⑥脚 (I/P),经内部译码后来控制相应功能的控制端由高电平变成低电平,使相应执行机构开始工作。电路调试时应分别调节电位器 RP (500kHz),使发射/接收电路工作频率相同,电路即可正常工作。

43. 超声波发射电路

发送器常使用直径为 15mm 左右的陶瓷振子,将陶瓷振子的电振动能量转换为超声波能量并向空中辐射。除穿透式超声波传感器外,用作发送器的陶瓷振子也可用作接收器,陶瓷振子接收到超声波产生机械振动,将其变换为电能,作为传感器接收器的输出,从而对发送的超声波进行检测。

图 18-59a、b 是一个单路超声波遥控发射与接收装置的方框图,超声频率振荡器输出电脉冲信号,经过功率放大后送给超声波发生器,发出超声波。对于多路超声波遥控电路,可增加编码调制电路。利用同一发射器,发出多路超声波信号,由接收器接收。

产生超声波有多种方法,其中原始最简单的方法就是用棒直接敲击超声波振子,但这种方法需要人参与,不能持久,已被淘汰。现在采用各种不同的电路产生超声波,根据使用目的的不同来选用发射电路。

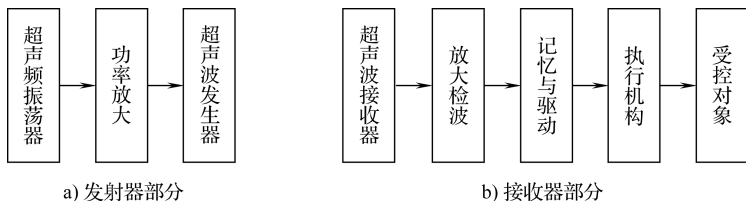


图 18-59 单路超声波遥控装置的方框图

常用的发射和接收电路由专用传感器分别与分立元件、运算放大器、与非门电路、555 定时器等组成,也可综合组成。

44. 由 T-40-16 分立元件构成的超声波发射电路

如图 18-60a 给出了由 T-40-16 等分立元件构成的超声波发射电路。T-40-16 传感器作为反馈元件和电路中晶体管 VT1、VT2 组成了强烈正反馈频率振荡器,把电振荡信号转换为超声波信号,其振荡频率等于超声波发送器 T-40-16 的中心频率 40kHz。电路工作时, T-40-16 两端产生振荡波形近似于脉冲方波,电压振幅接近电源电压。当按下开关 S 时,便可发射出一连串的 40kHz 的超声波信号,向接收器发射。该电路工作电压 9V,工作电流 25mA,遥控距离可达 8m 左右。

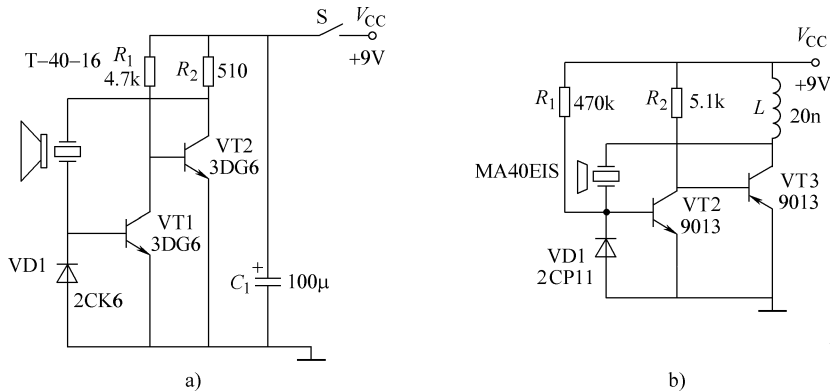


图 18-60 分立元件构成的超声波发射电路

45. 由 MA40EIS/EIR 构成的超声波发射电路

如图 18-60b 给出了 MA40EIS/EIR 等分立元件构成的超声波发射电路。工作原理同于图 18-60a，不同的是传感器采用 MA40EIS，其结构、性能与 T-40-16 相似。另外，在 VT2 集电极上由电感 L 作为负载电阻，以利于增大激励电压，使超声波发射器能发射较大的功率，同时也有改善其谐振特性的作用。

46. 由 UCM-40-T 与 74LS00 与非门构成的超声波发射电路

图 18-61a 是由一块 74LS00 四—二输入与非门电路组成的超声波发射电路。其中 F1、 R_2 、 C 组成振荡电路，产生 40kHz 振荡信号，经 F2 调制后，送往 F3 激励电路推动传感器 UCM-40-T 工作，发出超声波信号。

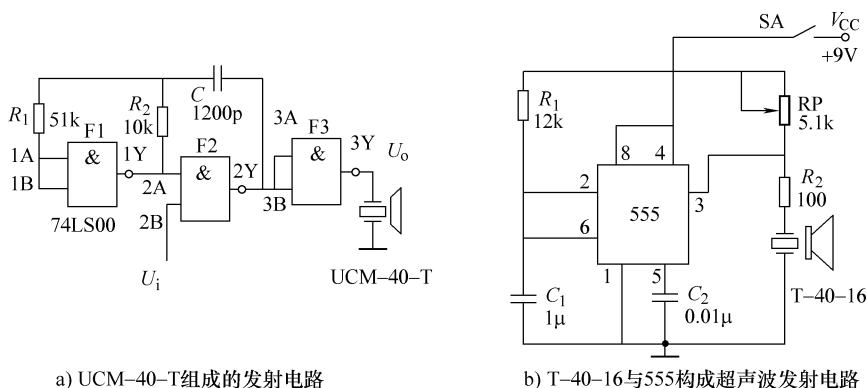


图 18-61 发射电路

该电路中 F1、F3 接成非门形式，而 F2 作为与非门使用，有利于调制信号的引入。由此看来，本电路具有结构简单，调试方便，只需一块 74LS00 芯片即可同时完成振荡、调制、激励、发射超声波的任务。该电路的振荡周期由 R_2 、 C 乘积确定，其计算公式为：振荡周期 $T = 2.2R_2C$ ，将参数代入，其振荡频率约为 40kHz。也可改变 R 、 C 的数值，选择需要的其他振荡频率。

47. 由 T-40-16 与 555 构成的超声波发射电路

如图 18-61b 所示，电路由超声波发射器 T-40-16 和 555 电路组成，调节电位器 RP 可改变电路的振荡频率。从 555 的 3 脚输出的 40kHz 的振荡脉冲驱动 T-40-16 工作，使之发射出 40kHz 的超声波信号。电路工作电压为 9V，工作电流为 40~45mA，控制距离大于 8m。

48. 超声波接收电路

超声波遥控接收器一般由接收传感器、放大检波器、功率大器、记忆驱动、执行电路和被控负载组成。多路遥控器增加解调、译码电路。超声波接收器收到超声波，将之转换为微弱的电信号，再经过放大、检波（解调、解码、译码）形成一个直流电平信号，由状态锁存电路锁存并驱动执行机构实施对受控对象的操作。在单路遥控器中，没有使用编解码电路，不能输出多路控制信号，而且抗干扰能力也较差，其他声源发出的与该装置所使用的频率相近的声波信号，有可能使受控对象引起误动作。用编码技术的超声波遥控器，可以实现多路遥控。

分立元件组成的接收电路：图 18-62 是采用晶体管的超声波接收电路。VT1 和 VT2 构成阻容耦合两级放大电路，输入信号为

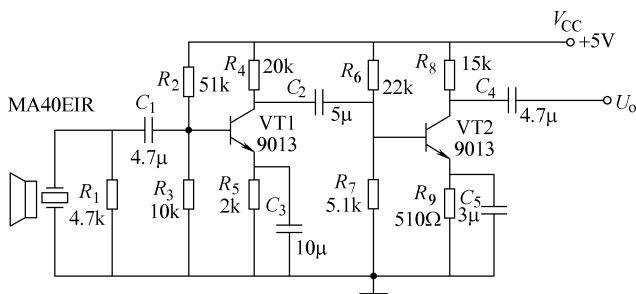


图 18-62 分立元件组成的接收电路

3~5mV 即可。 R_1 是用于降低阻抗的电阻, 从而抑制加在传感器上的外来噪声。输出信号为 40kHz 高频电压信号。

49. R-40-16 超声波接收电路

如图 18-63 所示, 电路由 VT1~VT7 等元件组成。由于接收到发射器发出的信号很微弱, 电路采用多级放大, 输出方波脉冲信号, 去控制 VT5、VT6 及相关元件组成的双稳态电路的工作状态。晶体管 VT4 每导通一次(发射器发射一次)触发信号经 C_7 、 C_8 向双稳态电路送进一个触发脉冲, VT5、VT6 反转一次。当 VT6 从截止变为导通时, VT5、VT7 截止, 继电器 K 释放并保持。当下一个脉冲到来时, VT6 由导通变为截止, VT7 导通, 继电器 K 吸合, 控制负载工作。本电路可用于各种电器开关的遥控控制。

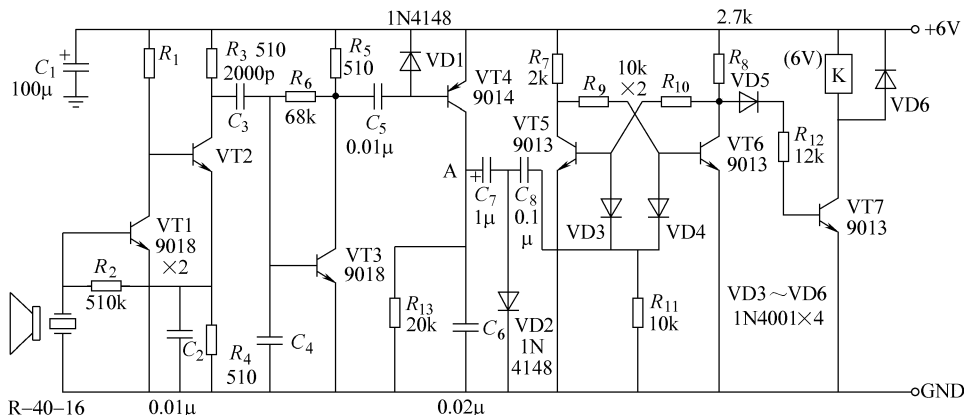


图 18-63 R-40-16 超声波接收电路

50. 由运算放大器组成的超声波接收电路

如图 18-64 是一种通用型超声波接收电路。改变运算放大器的输入电阻与反馈电阻之比, 就能在宽范围调整其增益, 因此, 运算放大器可用作对超声波传感器反射信号的放大器。放大高频超声波时, 用通用运算放大器有时其增益还是不够, 因此, 需要选用宽带高增益运算放大器。

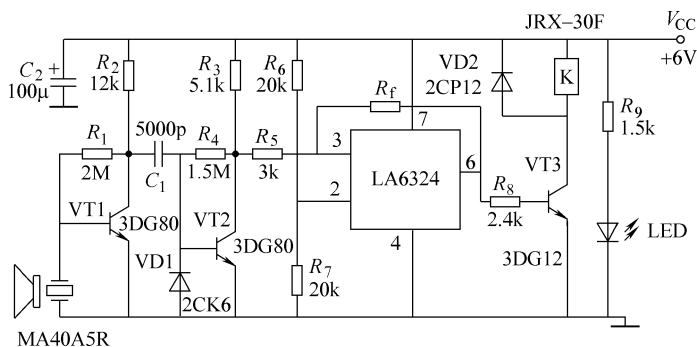


图 18-64 通用型超声波接收电路

此电路简单, 接收灵敏度高, 无须调试。MA40A5R 接收发射器的超声波信号后, 经 VT1、VT2 两级放大, 送到运算放大器 LA6324 进行放大、整形后, 由 LA6324 的第⑥脚输出高电平, 使 VT3 导通, 继电器 K 吸合, 控制负载工作。

控制器: 控制部分判断接收器的接收信号的大小或有无, 作为超声波传感器的控制输出。对于限定范围式超声波传感器, 通过控制距离调整回路的门信号, 可以接收到任意距离的反射波。另外, 通过改变门信号的时间或宽度, 可以自由改变检测物体的范围。

超声波传感器的电源常由外部供电, 一般为直流电压, 电压范围为 6~24 ($1 \pm 10\%$) V。再经传感器

内部稳压电路变为稳定电压供传感器工作。

51. 家电提前工作遥控电路

本装置可以让你下班回到家中，吃上电饭锅、微波炉已做好的饭菜；酷暑盛夏，空调已提前开启，给你带来舒心的凉爽。节约时间，给你的生活提供方便。实现这些只要利用家电提前工作遥控器在 3km 以内提前半小时，按一下按钮即可。

(1) 工作原理 本装置由发射机电路和接收机电路两部分组成。

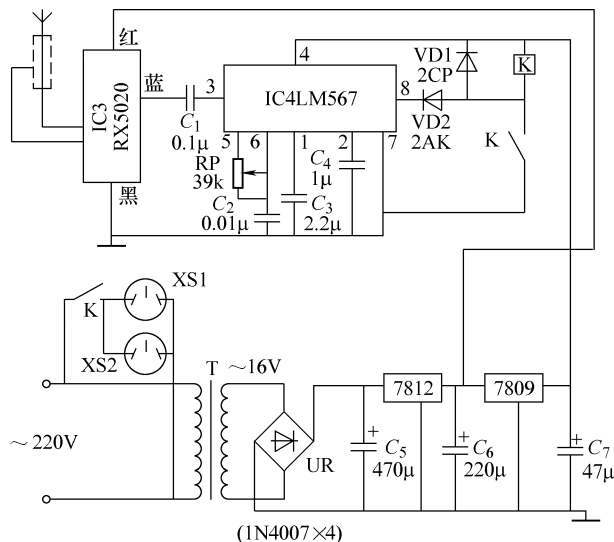
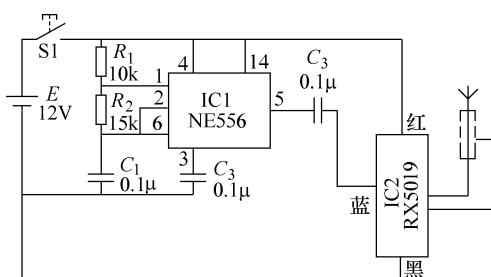
1) 发射机电路: 发射电路如图 18-65 所示。集成电路 IC1 (NE555) 与外围元件 R_1 、 R_2 、 C_1 、 C_2 构成脉冲振荡器, IC2 为固定载频无线发射组件。IC2 根据 IC1 调制频率信号, 经发射天线发射出去。控制接收机双路电源插座

2) 接收机电路: 接收电路如图 18-66 所示。IC3 为无线接收组件; IC4 为锁相环音频译码器, 其⑤、⑥脚外接电阻、电容, 确定内部压控振荡器的中心频率。因此 IC4 作为单频率信号检测仪, 检测信号由③脚输入。当输入信号频率与中心振荡频率一致时, 其⑧脚就由高电平变成低电平。IC4 的中心频率与发射机的调制频率相一致, 此时按一下发射机按钮 S1, IC4 的⑧脚变成低电平, 继电器 K 得电吸合, 常开触点 K 闭合, 接通 XS1、XS2 电源插座。在下班前半小时, 只需按一下 S1, 将接通 XS1、XS2 并联的电源插座 (根据需要, 可多并联几个插座), 实现远距离遥控家电的目的。

3) 电源: 直流稳压电源电路经可用变压、桥式整流、滤波、三端稳压块 7812、7809 分别输出 12V 和 9V, 给接收电路供电。发射机电源可采用 12V 干电池供电。

(2) 元器件选择 IC1 为双时基集成电路 NE555。IC2、IC3 采用无线发射/接收组件 RX5019、RX5020。RX5019 有 4 根引线, 红线接电源正极, 蓝线是信号输入端, 黑线接电源负极, 同轴电缆接天线。RX5020 的蓝线为信号输出端, 其余引线功能与 RX5019 相同。IC4 选用锁相环音频译码器 LM567。

变压器 T 采用 220V/16V, 5~8W 小型交流变压器。按钮 S1 为微型常开按钮, J 均采用直流 9V 的 JRX-13F 小型继电器。其他元件参数如图 18-66 标注。



第 19 章 广告创意电路

1. “欢迎光临！”电路

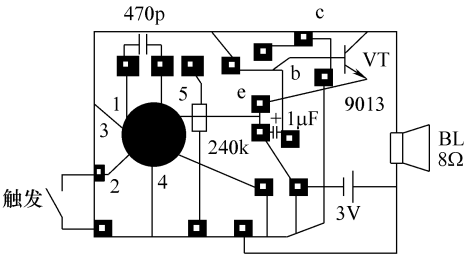
在商场门前，时常听到“欢迎光临”的声音，表示对顾客的欢迎。并以此招揽生意，你知道它的电路吗？

目前，市场上流行两种芯片，是内容相同、结构形式不同的两个厂家生产的，介绍如下：

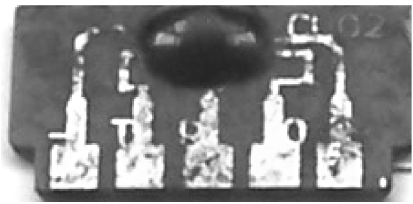
(1) KD-5603 “欢迎光临”芯片 KD-5603 芯片与外围元件组成的电路如图 19-1a 所示。具有以下共同特性：

①电源电压范围宽；②低功耗；③外围元件少，部分 IC 内设 RC 振荡；④语言容量 1.5~4s；⑤直流或脉冲触发；⑥输出接 NPN 型晶体管驱动扬声器；⑦适合用光敏电阻作光控 IC。

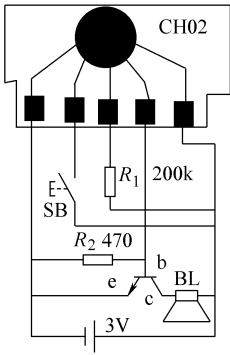
(2) DY-68 “欢迎光临”芯片 DY-68 芯片与外围元件组成的电路如图 19-1b、c 所示。它与 KD-5603 芯片功能是一样的，只是生产厂家不同而已。



a) KD-5603 芯片组成的电路



b) CH02D 芯片



c) 电路

图 19-1 “欢迎光临！”电路

2. “恭喜发财！”电路

“恭喜发财”是人们互致问候的吉祥语，如果用一个电路喊出“恭喜发财”的声音，就不需人去喊叫了。

电路如图 19-2 所示。它主要由 CH02D 芯片、按钮 SB、扬声器 Y、电阻 R、电源组成，组装起来，按一下按钮，他就会喊出“恭喜发财”的声音来，很有意思吧。

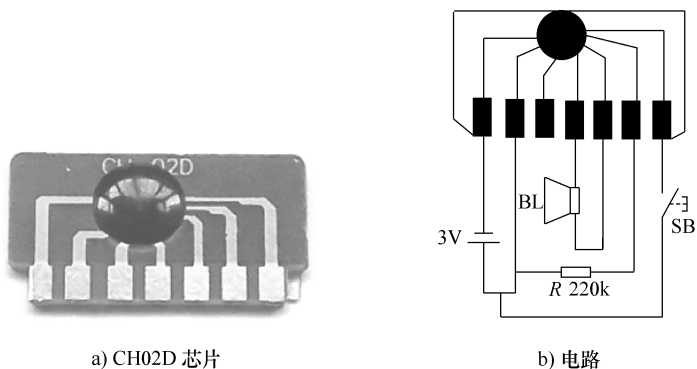


图 19-2 “恭喜发财!” 电路

3. 霓虹灯广告牌电路

霓虹灯是一种辉光放电灯。用直径 6~20mm 的玻璃管两端装上电极，充上少量氩、氖、氦或氙等惰性气体和汞，有时管壁上还涂上能显示不同颜色的荧光粉。

霓虹灯灯管要求很高的起动电压，需用一个漏磁变压器作启动和整流用，漏磁变压器的空载二次电压不小于 15kV、容量 450VA、电流 24mA、短路电流 30mA。这样的漏磁变压器能点亮管径为 12mm、展开长度约为 12m 的灯管。

灯管的起动电压与灯管的长度成正比，与灯管的直径成反比，并与所充的气体种类和气压有关。

电路原理：图 19-3 所示的扫描式霓虹灯电路能将多个霓虹灯字灯逐渐点亮发光，然后同时熄灭，再逐渐点亮，周期循环。

IC1 为时钟脉冲发生器。IC2 为双 4 位串入一并出移位寄存器。将 IC2 的 ⑩脚与 ⑤脚相连，构成一个 8 位串入·并出移位寄存器。在接通电源瞬间，经 C_3 和 R_2 产生一个微分脉冲加到 IC2 的 Cr 端，迫使 IC2 自动复位清零，其 8 个输出端 1Q0~1Q3, 2Q0~2Q3 均为低电平，晶体管 VT1~VT7 截止，双向晶闸管 VTH1~VTH7 关断，霓虹灯升压变压器 T1~T7 未得电，被控制的 7 个字均熄灭。

由于 IC2 的 ⑦脚接电源正极，当 IC1 的 ③脚输出第一个脉冲后，IC2 通过内部移位作用使其 1Q0 端变为高电平，VT1 导通，触发 VTH1 导通，T1 得电工作，驱动第一个字灯发光。当 IC1 输出第二个脉冲时，IC2 通过移位作用，使 1Q0 和 1Q1 为高电平，VTH1 和 VTH2 导通，T1 和 T2 得电工作，驱动第一和第二两个字灯发光。随着 IC1 输出第 8 个脉冲时，IC2 的 2Q3 端由低电平变为高电平，通过二极管 VD1 反馈到 Cr 端，使其自动清零，IC2 的 8 个输出端又都变为低电平，7 个被点亮的字灯又均熄灭，电路完成一个扫描控制周期。调节电位器 RP1 可改变 IC1 输出的脉冲周期，从而控制灯亮周期，改变移位寄存器的长度，可扩展被控字灯数目。

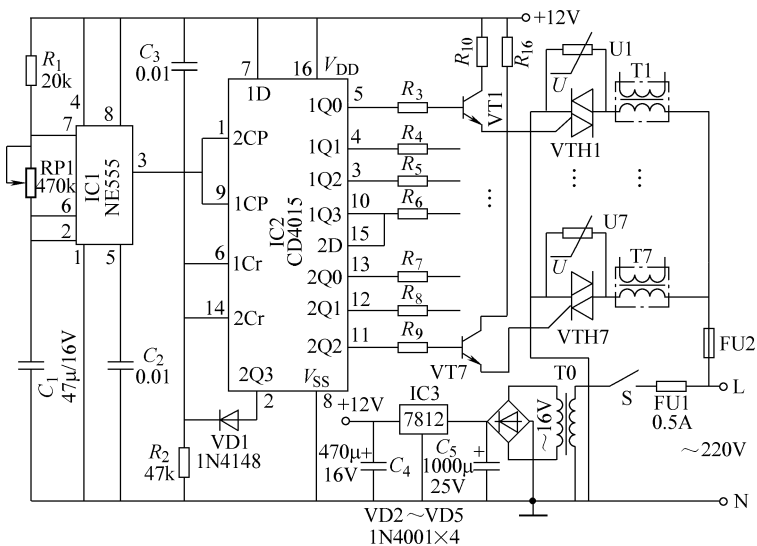


图 19-3 霓虹灯广告牌电路

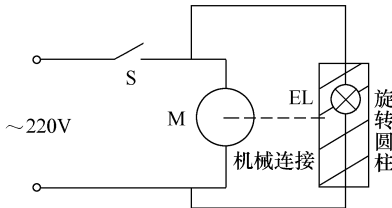
4. 美发店广告牌电路

理发店为了招揽生意，往往在门前安装一个转动的彩灯，作为理发店的一种标记。其外形如图 19-4a 所示。你知道它的电路吗？

该电路如图 19-4b 所示。该电路由交流 220V 供电，开关 S 控制单相交流电动机 M 和白炽灯泡 EL，接通开关 S 后，白炽灯亮，电动机带动彩色圆柱旋转，远处看去，彩条向上移动，非常好看。具有广告照明的双重作用。



a) 外形图



b) 电路图

图 19-4 美发店广告照明灯电路

5. 人体感应自动解说电路

该电路具有人来就“说”，人走就停的特点，适用于店铺做广告宣传或做家用门铃等，还可自动录音、放音，控制距离在 7m 以内。

工作过程如下：电路如图 19-5 所示。首先按住语音回放芯片 IC5 的 REC 录音键，待 LED 发光二极管亮后，对着驻极体电容传声筒进行录音。当时间超过 12s，发光管不亮时，松手录音结束。需修改内容时，重复上次操作。

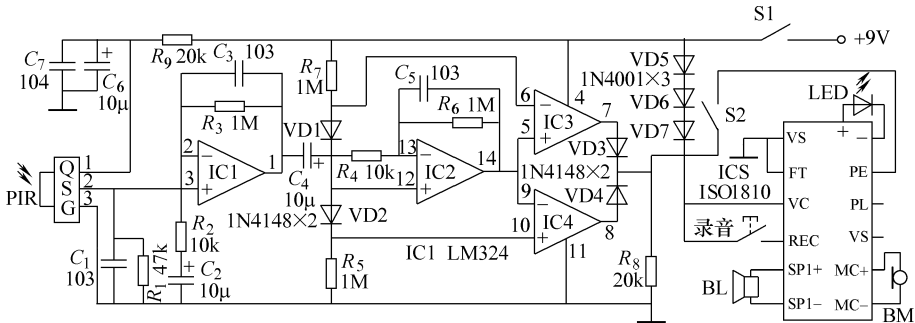


图 19-5 人体感应自动解说电路

当人在 PIR 透镜前面走动时。透镜感应到人体的红外信号（只允许波长在 7~14 μ m 的信号通过，而将灯光、太阳光及其他辐射源滤掉，以抑制干扰。热释电红外传感器 PIR 窗口接收到感应信号。通过②脚 S

端输出到 IC1 LM324 的③脚, 感应信号电压 $0.4 \sim 1.1\text{V}$ (不同传感器的工作电压有所区别, R_1 、 C_1 起滤波作用), 进行放大, 其①脚的输出电压在 $0.5 \sim 1\text{V}$ 间波动, 通过 C_4 、 R_4 接至 IC2 的③脚后进行二级放大。IC3 的⑥脚电压在 0.2V 左右, IC4 的⑩脚电压在 0.2V 以下, IC2 的⑭脚输出电压约 4.6V 。IC3、IC4 为比较器。IC2 的⑭脚的输出信号接至 IC3 的⑤脚和 IC4 的⑨脚, 经与基准电压比较, IC3 的⑦脚和 IC4 的⑧脚输出 4.4V 左右高电平, 经 VD3 和 VD4 触发 IC5 的 PE 端, 使内部储存的录音信号触发, 经 SP1+、SP1- 内部功放输出, 驱动扬声器发声, 发音时间为 2s 。

如果 PIR 透镜前面没有人体信号或者人在透镜前不移动, 则 IC1 和 IC2 的输出电压稳定, 不能触发 IC3 和 IC4 输出低电平, 语音芯片不工作。本电路静态电流 6mA , 动态扬声器工作总电流 $20 \sim 80\text{mA}$ 。

需要指出的是, 人体感应自动讲解仪需要预热, 时间大约 1min , 所以用一只开关控制, 等状态稳定后再打开让其自动工作。另外, 焊接 PIR 热释电人体探头、LM324 及语音芯片时, 电路铁应可靠接地, 焊接时间要短, 以免损坏芯片。人体传感器型号为 RS03, 也可用别的传感器。但元件 IC1、IC2、 R_3 和 R_6 的参数要重新设计。

6. 舞台照明调节电路

晶闸管模块常用于工业上的大电流控制场合, 如电机调速、无触点开关、焊接、加热、调压、稳压、逆变电源等处。下面介绍舞台照明电路, 可变柔和的灯光, 增加了节目演出的广告效应。

如图 19-6 所示, 是一个舞台灯光调节器电路。晶闸管模块内部的两只单向晶闸管接为反向并联形式, 等效成一只双向晶闸管。VT1、VT2 组成脉冲触发电路, 调整图中的 $300\text{k}\Omega$ 电位器, 可改变触发晶闸管的导通角, 从而改变了灯光的亮度。

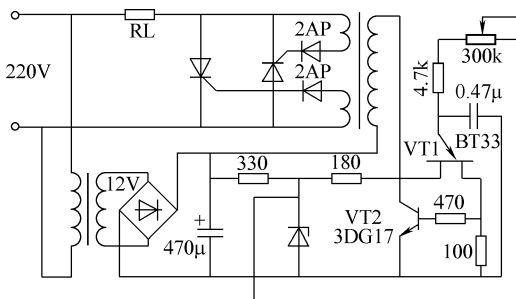


图 19-6 舞台照明调节电路

7. 音乐控制彩灯电路

单向晶闸管具控制性能好、反应快、体积小、效率高等优点, 常用于整流、无触点开关及变频电路中。单向晶闸管用于音乐控制的彩灯电路, 如图 19-7 所示, 扬声器两端的信号电压, 通过变压器去触发晶闸管。当音乐有强有弱时, 触发电流就有大有小, 从而控制彩灯忽亮忽暗闪烁。

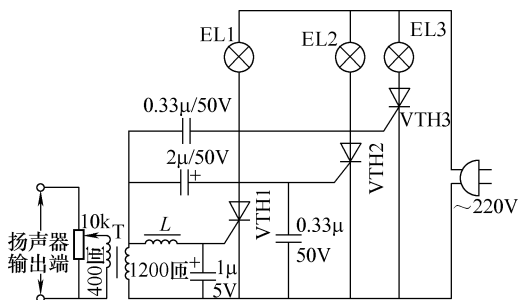


图 19-7 音乐控制彩灯电路

8. 循环追逐式彩灯电路

本例是一种跳跃感特别强的新颖彩灯, 其控制闪亮顺序采取 $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 4$ 的跳马追逐方式, 线路如图 19-8 所示。

二极管 VD1~VD4 组成桥式整流电路, 输出全波整流电压作为 4 路彩灯电源, 同时通过限流电阻 R_1 并经电容 C_1 滤波后作为集成电路 SH9043 的电源。电位器 RP 和电容 C_2 是 SH9043 的外接电阻和电容, 调节 RP 可以调节芯片内部振荡器的振荡频率, 从而改变 4 路彩灯跳马追逐速率, 闪光频率可以在 $1 \sim 200\text{Hz}$ 之间变化。集成电路的①脚、②脚、⑦脚、⑧脚分别与晶闸管 VTH2、VTH4、VTH1、VTH3 的

控制极相接。4 路输出信号用来控制晶闸管的导通与否, 从而使得串接在晶闸管阳极回路中的灯串 EL1~EL4 闪亮。

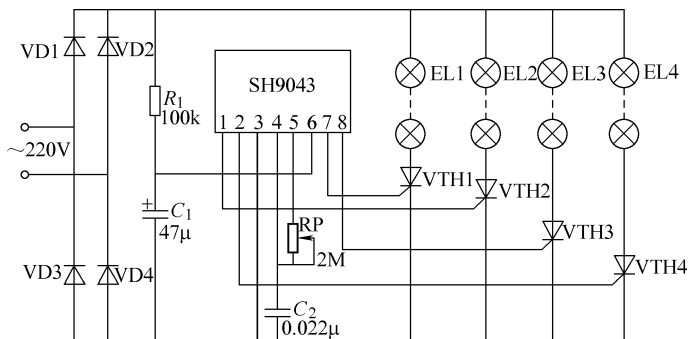


图 19-8 循环追逐式彩灯电路

9. 舞台烟雾电路

舞台及迪厅、歌厅等文艺娱乐场所, 为能给演出节目增添气氛, 烘托演出效果, 场地内均设置有品种繁多的舞台效果设备, 诸如舞台灯具、泡泡机、雪花机、礼炮机、气柱等, 烟雾机亦是常备的舞台效果装置之一。

电路工作原理如下: 舞台烟雾电路在节目中计划使用前, 应提前加注专用烟油 (或机内容器事先已储备有烟油)。并且在演出开始前, 就须开机给烟雾机供电进行预热。预热时间长短应规范在 8min 以上。预热时间不足不宜开启喷雾, 而在预热满足之后, 及时对“喷雾”启动控制, 则靠烟机主机上外插的一只无线遥控的接收控制器及操作人员手中的一只无线遥控器对应控制。

在遥控器发出无线指令后, 烟雾机外插控制器电路内一块调频接收模块将指令信号脉冲接收, 经处理后, 由“OUT”脚输出至解调集成块 IC1 的⑭脚。IC1 电路具有放大、检波整形等功能, 经其处理后, 由 IC1 的⑰脚输出一具高电平控制电压信号。此电压经 VD1 二极管驱动 VT1 导通, 光耦合器 IC2 内发光二极管发光; IC2 内光敏触发管导通后使晶闸管 VTH 触发导通。于是其回路上的一只小型液压泵启动运转。液压泵将烟油抽出并经过加热器以烟雾状喷出。实际喷雾延续的时间, 仍由操控人员运用手中的无线遥控器来进行控制, 如图 19-9 所示。

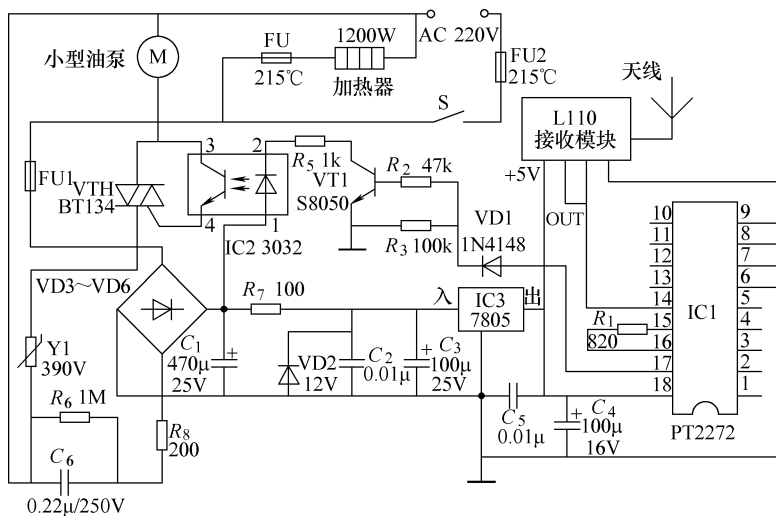


图 19-9 舞台烟雾电路

第 20 章 建筑 电 路

1. 地板砖切割机电路

圆盘切割机如图 20-1a 所示，配用的电动机一般为 Y 系列四极小型电动机，功率为 2.2kW，电路如图 20-1b 所示。一般在操作切割机时附近要安装一个三相 15A 闸刀开关，供给切割机电源，电源通过闸刀开关后，两相接操作手柄上的按钮开关，而后接入电动机接线端子上，另一相电源可直接接入电动机。在使用这种切割机时，注意总电源只要合闸送电，虽然电动机不工作运转，但电动机内部绕组也带上一相电压，在维持时要特别注意。

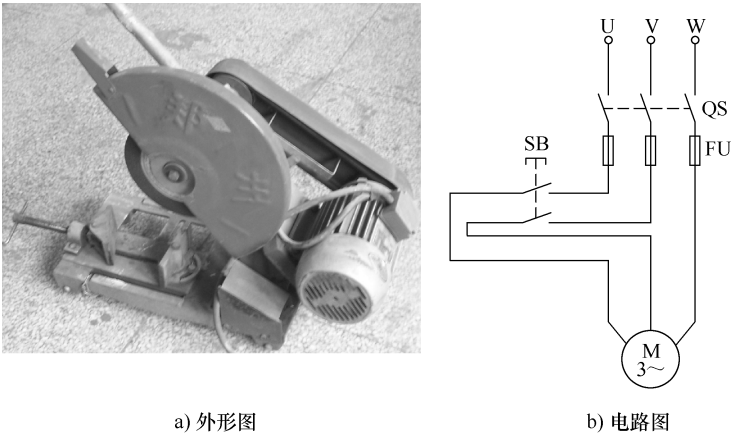


图 20-1 地板砖切割机

2. 灰浆搅拌机电路

混凝土搅拌机控制电路如图 20-2 所示。它主要用于建筑工地，把沙土、水泥、水等掺在一起，进行均匀搅拌。料斗电动机 M2 上并联了一个电磁铁 YA1 线圈，供制动用。当 M2 通电运转时，电磁铁也同时得

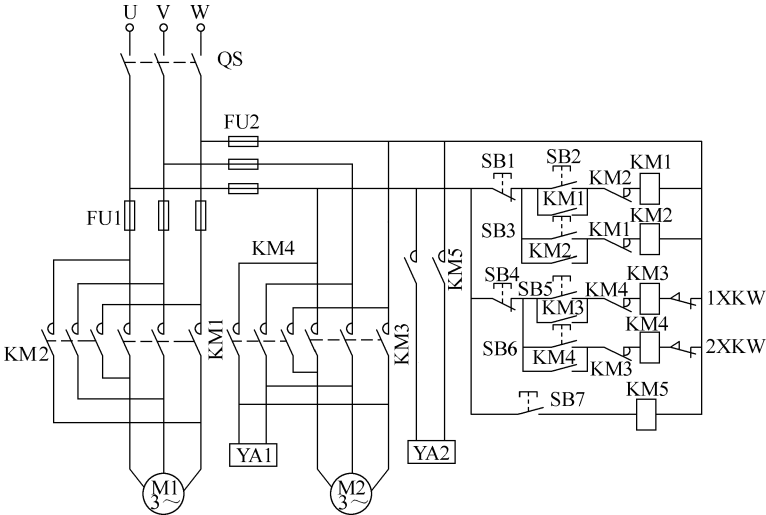


图 20-2 混凝土搅拌机电路

电吸合,使 M2 电动机轴上的制动闸瓦松开,使电动机运转;停电时,由于电动机断电,使电磁铁 YA1 也断电,在弹簧的作用下, M2 电动机立即停转。

其主电路和普通的电动机正反转完全一样。电路中的限位开关 1XWK、2XWK,在上下运料过程中,达到极限位置时,料斗升降撞击限位开关后,接触器线圈便断电释放,从而使电动机停止运行。SB7 是加水控制电磁阀开关。

3. 混凝土搅拌机电路

混凝土搅拌机具有结构简单、搅拌能耗低、出料迅速、工作时噪声小等优点。它无须手柄手轮操作,对于减轻操作人员劳动强度、提高机械化程度起到了很好的作用。由于它的优点较多,目前已替代鼓筒式搅拌机,迅速得到了广泛的应用。

(1) 料斗上升与下降 电路如图 20-3 所示,是 JZ350 锥型反转出料混凝土搅拌机电气线路图。它的工作原理是:把进料原料倒入送料斗内(如水泥、沙子、石子)配好料后,操作人员按下开关按钮 SBF2 后, KMF2 接触器线圈得电吸合,使上料卷扬电动机正转,料斗送料起升。当升到一定高度后,料斗挡铁碰撞行程开关 ST1 和 ST2,使 KMF2 接触器断电释放。这时料斗已升到预定位置,把料自动倒进搅拌机内,并自动停止上升。此时操作人员按下下降按钮 SBR2 时,卷扬系统带动料斗下降,待下降到其料口与地面相平时;挡铁又碰撞行程开关 ST3,使 KMR2 接触器断电释放,自动停止下降,为下次上料做好准备,这时搅拌机料已备好,操作人员再按下 SB3 时,接触器 KM3 得电吸合,使供水抽水电动机运转,向搅拌机内供水,与此同时,时间继电器也同时得电吸合,待供水与原料成比例后(供水时间由 KT 时间继电器决定),可根据原料多少调整供水时间长短,一般需 1~3min,时间继电器动作,使 KT 延时断开,从而使 KM3 接触器自动释放,供水停止。

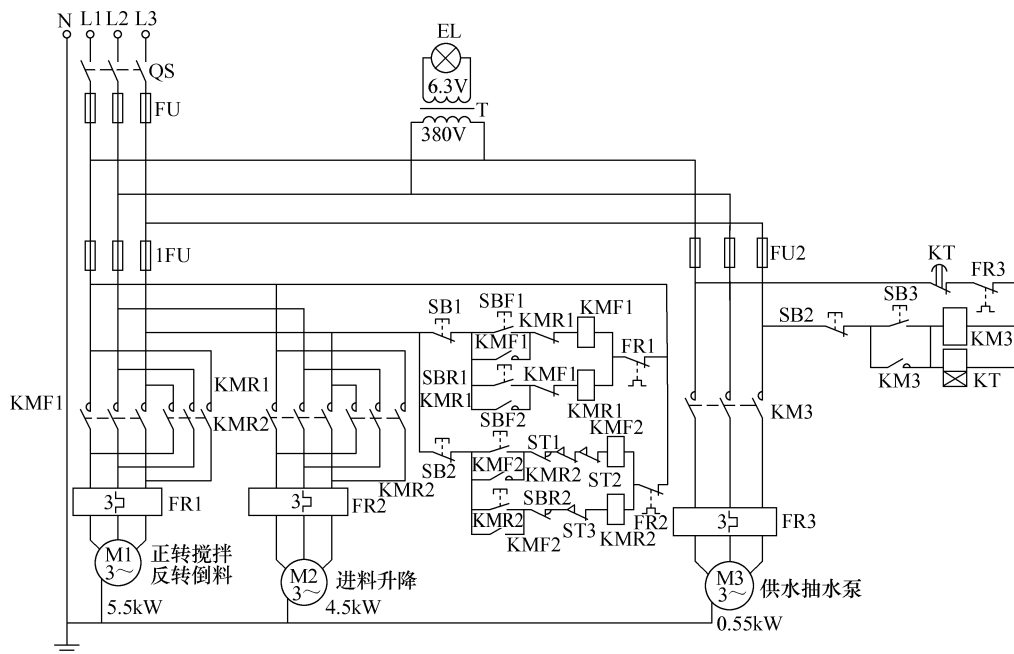


图 20-3 混凝土搅拌机电路

(2) 正反向搅拌 在时间不能确定时,也可手动停止供水时间。这时供完水后搅拌机可开始搅拌工作,操作人员只要按下正转按钮 SBF1 后,接触器 KMF1 便得电吸合, M1 电动机运转开始搅拌,待搅拌完毕后,按下 SB1 停止按钮即可停止工作。这时如果需要出料时,把送料的车斗放在锥形出料口处,操作人员按下 SBR1 后,搅拌电动机反转,反转时把搅拌好的混凝土泥浆自动搅拌出来。待料倒完后或是运料车装满后,按下 SB1 按钮,接触器 KMR1 断电释放, M1 电动机停转,出料停止。这样,整个电路工作过程和操作过程全部完成。

4. 装修材料楼上运输电路

常见卷扬机控制电路如图 20-4 所示。按下 SB1，接触器 KM1 线圈得电动作，主触点闭合，电动机正转，卷扬机向上运行；当运行到终端位置时，装在运动物体上的挡铁碰撞行程开关 1XWK，使 1XWK 的常闭触点断开，接触器 KM1 线圈断电释放，电动机也断电，运动部件停止运行。此时，即使再按 SB1，接触器 KM 的线圈也不会获电，故保证了卷扬机不会越过行程开关 1XWK 所在的位置。同理，当按下 SB2 时，KM2 线圈有电，主触点闭合，电动机反转，卷扬机向下运动至挡铁碰撞行程开关 2XWK，卷扬机停止工作。中间需停车，可按下停止按钮 SB。

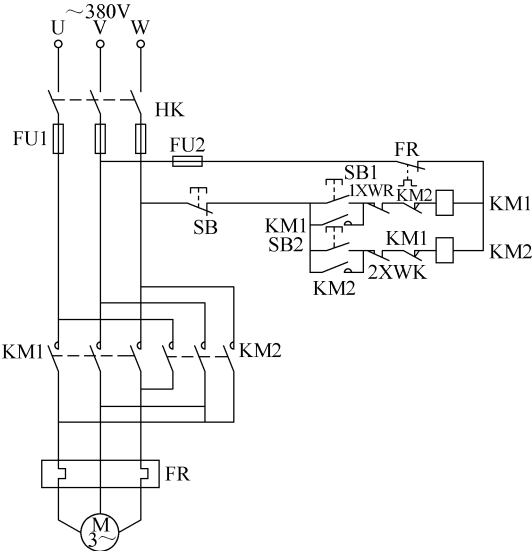


图 20-4 装修材料楼上运输电路

5. 地面水磨石机电路

水磨石机也叫磨石子机，是家庭装修中的一种小型设备，由于它在工作中需向磨石喷注清水进行冷却，故一般人们称它为水磨石机。水磨石机主要用于磨光混凝土地坪，建筑物的地板、台阶和较大的混凝土构件。水磨石机在建筑施工中主要用于房屋的装修上。应用水磨石机可在混凝土未干时，配合使用其他颜色小石子，并可拼成图案，进行水磨后，变成水磨石地和水磨石楼梯。它在建筑商业门面房、豪华宾馆、居室时使用极为广泛。

(1) 类型与电路 水磨石机一般分为单盘和双盘两种，其结构基本相同，只不过是盘磨石机有两个磨盘，工作效率比单盘高。一般单盘水磨石机的电动机为 4.5kW 以下的单速电机，但也有一种单盘水磨石机采用双速电动机，在工作时可变换为两种速度，分别用于粗磨和细磨。双盘水磨石机外形如图 20-5a 所示，它由电动机、减速机、磨盘以及操作装置组成。操纵手柄上的倒顺开关，即可操作水磨石机，手柄上装有橡皮

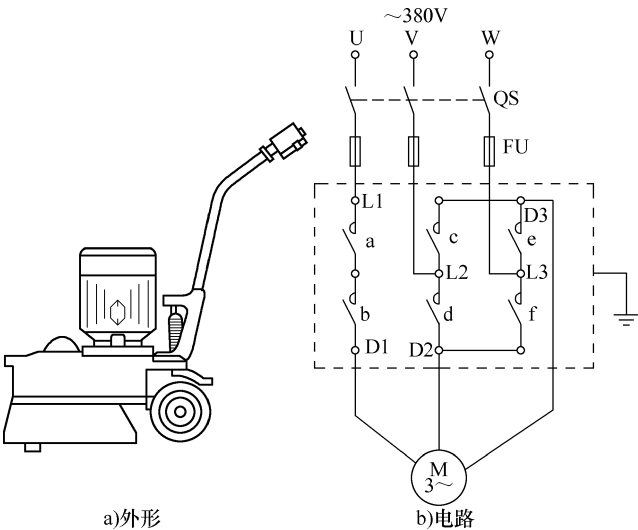


图 20-5 地面水磨石机电路

套，以保证操作时的安全。

双盘水磨石机控制电路如图 20-5b 所示，电源经闸刀开关 QS、熔丝 FU 装在操作手柄内的倒顺开关里，倒顺开关控制电动机的起动与停止。在操作时，使开关的转向调到电动机转向与水磨石机所标的方向一致，这样即可操作。

(2) 使用注意事项

1) 水磨石机在工作时，由于与水接触，并且工作时需加三相动力电源，因此应特别注意用电安全。每次操作前要用 500V 绝缘电阻表对其电动机及水磨石机外壳和线路进行一次测试，如绝缘值低于 $0.5M\Omega$ 时，要进行干燥处理。

2) 水磨石机外壳必须接有可靠的接零或接地保护线。

3) 水磨石机一般需在极其潮湿的环境下工作，因此电源线必须用防水的四芯电缆橡皮软线，并要架空悬挂，中间无接头，不要随意乱拉电线或在地上磨压电线，以免漏电造成触电危险。

4) 操作人员要戴绝缘手套，穿绝缘胶鞋，决不要图一时省事，而发生意外。

5) 操作水磨石机前要将水磨石机头抬起，接通电源后检查电动机旋转方向与机体上所标的方向一致时，方能进行施工。

6. 混凝土振动电路

(1) 电路工作原理 平板式混凝土振动器由一个全封闭式的三相两极电动机和振动器底板所组成。在电动机转子轴两端装有两个偏心块，当电动机旋转时产生振动，这种平板式振动器的有效振动深度大约为 25cm，故一般用于浇铸厚 20cm 的楼板、地面等混凝土施工过程中。目前广泛使用的平板式混凝土振动器的型号有 B05、B11 等，其外形如图 20-6a 所示。由于平板式混凝土振动器电动机功率较小，因此，这种振动器所配用的开关线路也较简单，一般在振动器电动机的引出线的旁边加装倒顺开关，就可直接控制平板式振动器的工作，其电路如图 20-6b 所示。

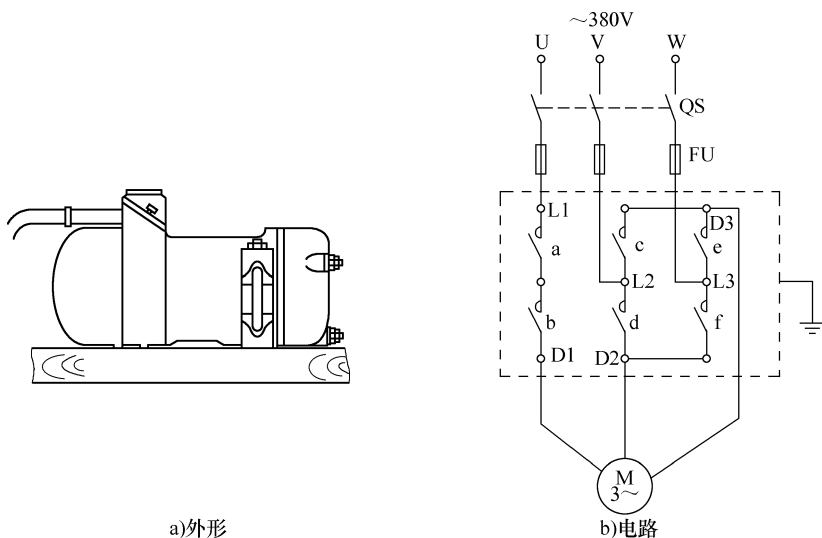


图 20-6 混凝土振动电路

(2) 使用注意事项

1) 使用振动器之前一定要细心检查导线有无破损、电动机绝缘是否良好，在试运转合格后方能投入工作。

2) 在使用振动器时，电线及配电开关必须放在干燥处，以防受潮漏电。操作时，操作人员应戴绝缘手套，穿绝缘胶鞋。

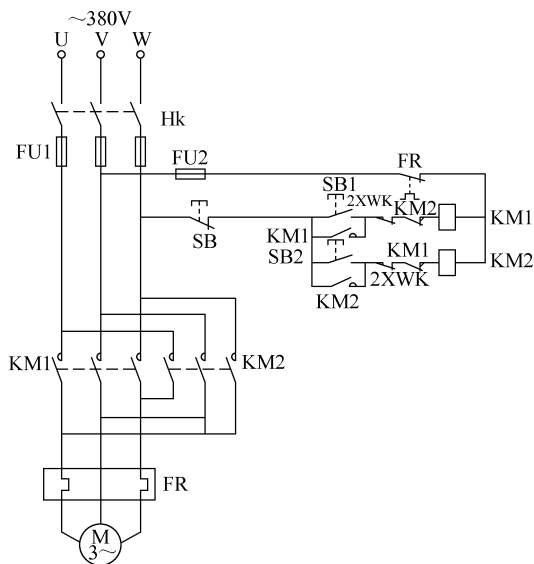
3) 在操作时可通过倒顺开关选定电动机运转方向，使振动器能够向前、向后振动移动，搬运时振动器不能在地面上任意拖拉。

7. 卷扬机电路

常见卷扬机控制电路如图 20-7 所示。按下 SB1, 接触器 KM1 线圈得电动作, 主触点闭合, 电动机正转, 卷扬机向上运行; 当运行到终端位置时, 装在运动物体上的挡铁碰撞行程开关 1XWK, 使 1XWK 的常闭触点断开, 接触器 KM1 线圈断电释放, 电动机也断电, 运动部件停止运行。此时, 即使再按 SB1, 接触器 KM 的线圈也不会获电, 故保证了卷扬机不会越过行程开关 1XWK 所在的位置。同理, 当按下 SB2 时, KM2 线圈有电, 主触点闭合, 电动机反转, 卷扬机向下运动至挡铁碰撞行程开关 2XWK, 卷扬机停止工作。中间需停车, 可按下停止按钮 SB。



a) 卷扬机外形图



b) 卷扬机控制电路

图 20-7 卷扬机外形及控制电路

8. 电葫芦电路

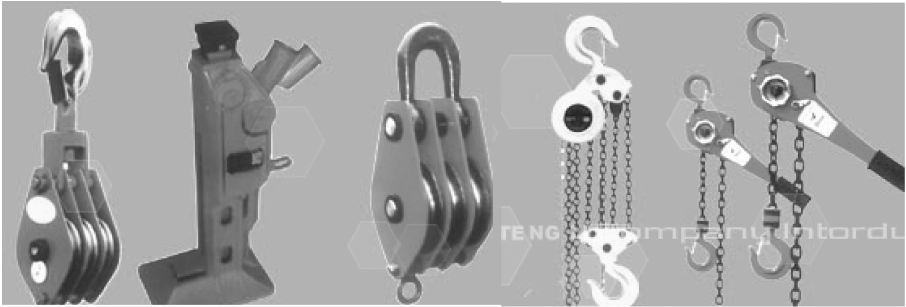
电动葫芦是一种小型起重机械, 多用于设备的吊装工作。它由吊钩和移动行车两部分组成, 吊钩的提升和行车行进各有一台电动机拖动。提升电动机带动滚筒转动, 从而带动吊钩的提升或下降; 行进电动机拖动提升机构在工字梁上水平移动, 从而带动行车前进或后退。其控制电路如图 20-8 所示。

主电路用断路器 QF 作短路保护, 接触器 KM1、KM2 控制提升电动机 M1, KM3、KM4 控制行进电动机 M2 的正反向运行, 它们都是靠改变施加于电动机三相电源的相序, 实现正转或反转的, YB 为电磁制动器, 它装在提升电动机 M1 的端部, 以保证吊钩的准确定位。

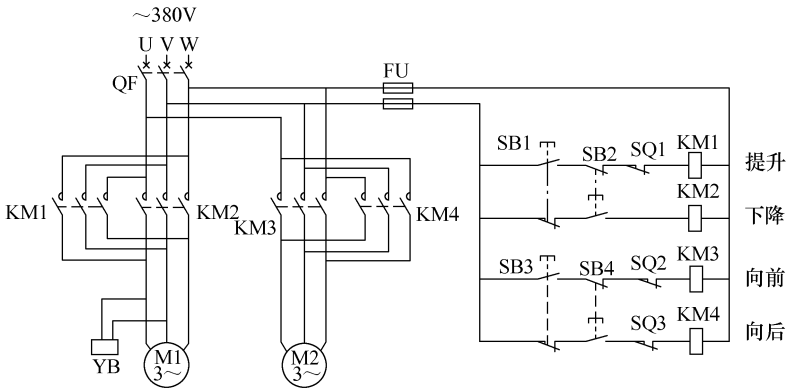
控制电路采用电动机的点动控制电路, 左面两条支路分别为提升、下降控制, 两支路由悬挂式复合按钮 SB1、SB2 来控制起停, SQ1 作上限位开关, 用于提升的终端保护; 右面两条支路分别为行车的向前、向后移动控制, 它们由悬挂式复合按钮 SB3、SB4 来控制起停, SQ2、SQ3 分别是前、后移动限位开关, 作水平移动的终端保护。熔断器 FU 作短路保护。

前进控制。按下复合按钮 SB3, SB3 常闭触头先断开, 保证接触器 KM4 不会得电吸合, SB3 常开触头闭合后, 接触器 KM3 得电吸合, 行进电动机 M2 得电起动。移动至规定位置时, 松开 SB3, KM3 断电释放, M2 停机。如操作者操作失误或由于某种原因导致 SB3 触点短路, 行进到终端位置时, 行程开关 SQ2 断开, 接触器 KM3 断电释放, 电动机准确停止。

同理, 读者自行分析后退控制、升、降控制。



a) 电动葫芦外形



b) 电动葫芦电路

图 20-8 电动葫芦

9. 高层建筑供料信号联络电路

高层建筑施工中，为了满足各层楼房所需要的原料，如砖、泥、门窗、工具等，解决用卷扬机送料无法识别的困难。本电路联络信号控制器，便能方便地掌握哪层需要原料，就停在该处。

送料联络信号电路如图 20-9 所示。工作时合上电源开关 QS，50VA 变压器即通电开始工作，变压器可

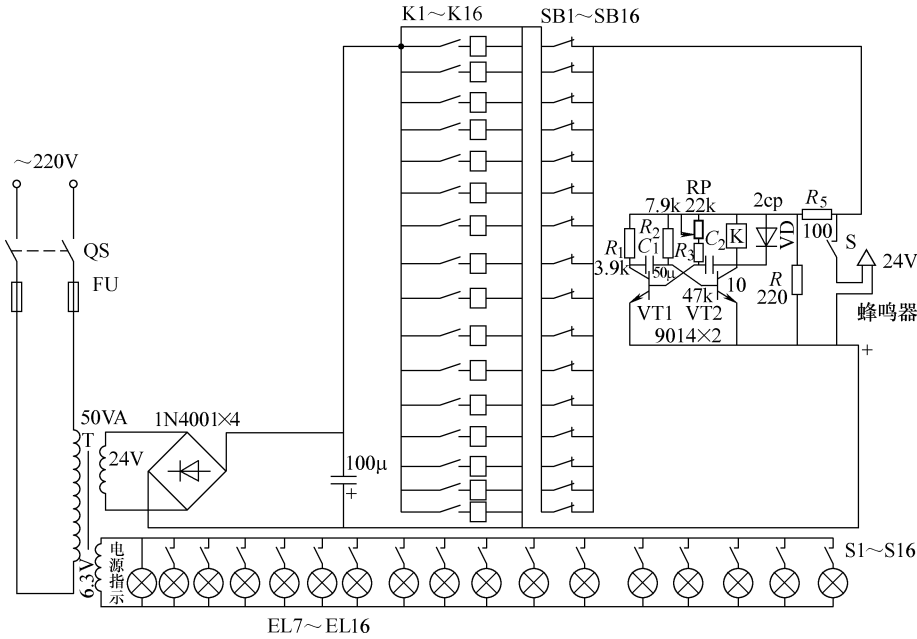


图 20-9 高层建筑供料信号联络电路

12. 建筑材料 V 带传送电路

在大型的建筑工地上,由于原料堆放较远,使用时需要利用 V 带传送把粉料运到施工现场或送入施工机械加工,这就需要采用多条 V 带联合运送,把原料运到指定位置。

为了防止运料 V 带上运送的物料在 V 带上堵塞,在运输 V 带的机械电气控制上做了必要的程序控制,在起动电动机时,要求先起动第一条 V 带的电动机 M1,在电动机运转后才能起动第二条运输 V 带电动机 M2,这样,可首先把第一条运输 V 带上的料先清理干净,来料后能迅速把料运走,不致在第一条 V 带上造成堵塞。

停止 V 带运输时,要先停第二条 V 带,然后才能停第一条 V 带,这是为了避免在 V 带中间造成堵塞现象。

电路如图 20-12 所示,是多条 V 带运输原料控制线路。当按下起动按钮 SB2 后,接触 KM1 得电吸合,主触头闭合,使电动机 M1 运转。第一条 V 带首先开始工作。由于 KM1 吸合,自保接点闭合,维持 KM1 继续吸合,另一组 KM1 的辅助常闭触点也同时闭合,为 KM2 的线圈电源回路的接通做好了准备,这时只要操作人员按下 SB4,第二条 V 带便可投入运行。

与此同时,为了操作程序上的需要,KM2 辅助触头闭合并短接了 SB1 停止按钮,从而为先停 M2 电动机后,才能停 M1 控制回路做了必要的工作。

在停止运输 V 带时,只有先按下 SB3 使 KM2 释放,即可解除停止按钮的短接线路。当 M2 停转后,操作 SB1,即可使 M1 停转,从而实现按预定的程序控制电动机的起、停,做到正常有序地工作。

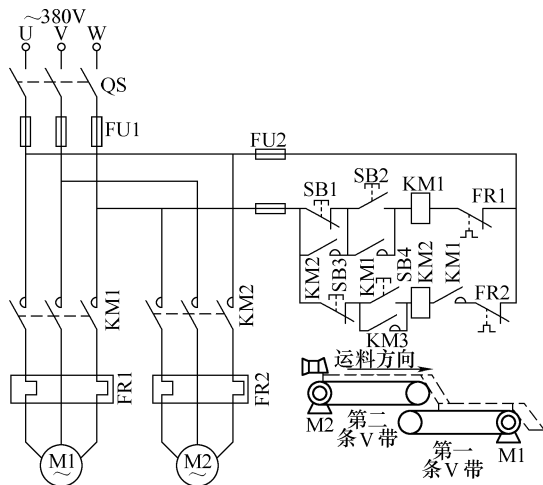


图 20-12 建筑材料 V 带传送电路

13. 建筑安装自动水阀门电路

我们都希望家用的电动水阀门,不仅能自动给水箱加水,还能在进水管无水的情况下自动将电磁阀关闭,以防止在进水管无水时电磁阀长期通电而损坏。

(1) 电路组成 家用自动水阀门电路由电源电路、检测电路和控制电路三部分组成,如图 20-13 所示。

电源电路由电源变压器 T、整流二极管 VD1~VD4 和滤波电容器 C₁ 等组成。

检测电路由高水位监测电极 a、低水位检测电极 b 和进水管内有无水检测电极 c 等组成。

控制电路由时基集成电路 (NE555) IC、继电器 K 及其相关外围元器件组成。

(2) 工作原理 IC 的②脚 (低触发端) 与低水位检测电极 b 连接,⑥脚 (高触发端) 与高水位检测电极 a 连接,④脚 (复位端) 与进水管内电极 c 相连,d 点与水箱体和金属进水管相连。

当水箱内水位低于 b 点时,IC 的③脚输出高电平,使继电器 K 工作,电磁阀通电工作,水箱开始进水;当水箱内水位高于 a 点时,IC 的③脚变为低电平,使继电器和电磁阀均断电,停止进水。

当进水管中无水时,IC 的④脚为低电平,使 IC 复位,其③脚输出低电平,继电器 K 和电磁阀均不工作。

为了避免在水管内有气泡时,电磁阀会反复通、断而设置的 C₃ 为延时电容器。

电气元件参数如图 20-13 所示。

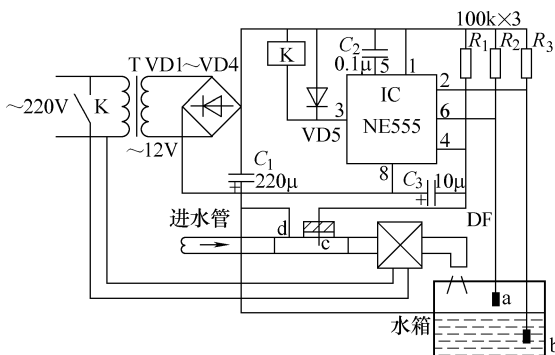


图 20-13 家用电动阀门电路

14. 电梯间排气扇电路

电梯机房或其他设备装置的排气扇,原来是手动控制,使用不够方便,但可设置单间放置,使排气扇在一定的温度区间自动运转,而在区间外则停转,如图 20-14 所示。

P 为电触点温度计,它的表盘上有三根指针:即测温示值指针,上、下限示值指针(分别用:堡堡定温度的上、下限值)。与上、下限示值指针对应为上、下限接点,与测温示值指针连接的触点为动触点。工作前,先根据需要设定上、下限示值指针的位置。接通直流电源开关,当温度达到上限值时,P 的动触点与上限触点接通,继电器 K2 得电吸合,其触点 K2-3 闭合,双向晶闸管 VTH 的 G 极获得触发信号而导通,排气扇 M 通电运转。

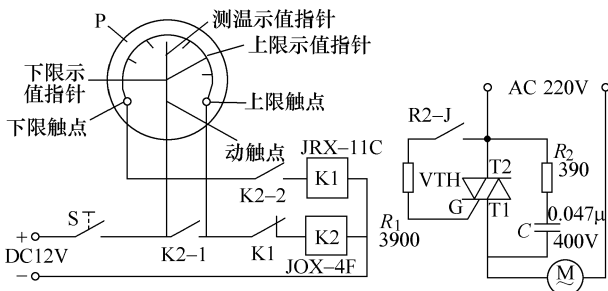


图 20-14 电梯运行区间排气扇控制电路

一定时间后温度略降,动触点与上限触点断开,但因 K2 的常开触点 K2-1 已闭合自锁,故 M 仍通电运转。当温度降至下限值时,P 的动触点与下限触点接通,继电器 K1 得电吸合,K2 失电释放,VTH 的 G 极失去触发信号而关断,M 断电停转。此后温度略升,P 的动触点与下限触点断开,整个电路恢复常态。随温度再次升高,电路重复上述工作过程。M 的运转实现了区间的自动运转。

15. 高层建筑电梯控制电路

(1) 电梯的组成结构及功能 一部交流电梯或直流电梯,都是由机械系统和电气控制系统两大部分组成。除此之外,还要有电梯专用井道、机房等,机械系统一般由桥厢、门系统、导向系统、牵引系统、对重系统及保安系统组成。各部分的功能如下:

- 1) 桥厢:乘客乘机、载运货物之用,是电梯的主要设备。
- 2) 门系统:由电梯门、自动开门机、门锁、层门联动机构及门安全机构组成。
- 3) 导向系统:由导轨、导靴、导轨架等组成,对桥厢和对重的运行起导向和防止摆动的作用。
- 4) 牵引系统:由牵引机组、牵引轮、导向轮、钢丝绳组成,其作用是产生动力并负责传送。
- 5) 对重系统:对重系统由对重和平衡补偿装置组成,其作用是平衡桥厢自重及载重量。
- 6) 限速装置:由安全钳和限速器组成,其主要作用是限制电梯桥厢的运行速度。

(2) 电梯的基本工作原理 电梯的控制从性质上可分为两个方面:一是电梯的拖动系统的控制,它是以速度给定曲线为依据,利用模拟或数字控制装置,根据牵引电动机的不同调速方式构成闭环或开环的速度控制系统;另一个是电梯的逻辑控制,也称电梯的操纵,它主要是对电梯的空间距离、位置、时间、起停等逻辑关系进行综合处理,其性能决定着电梯的自动化程度。

牵引式电梯是靠牵引力实现相对运动的,安装在机房内的电动机通过减速箱、制动器等组成的牵引机,使牵引钢丝绳通过曳引轮,一端连接轿,一端连接对重装置,轿厢与对重装置的重力使牵引钢丝绳压紧,在牵引轮绳槽内产生拉力,这样电动机一转动就带动牵引轮转动,驱动钢丝绳,拖动轿厢和对重作相对运动。即轿厢上升,对重下降;轿厢下降,对重上升。于是轿厢就在井道中沿导轨上、下反复运行,电梯就能执行它竖直升降的任务。

(3) PLC 控制电梯的工作原理 如图 20-15 所示的是 PLC 控制电梯电路图。

与其他类型的电梯控制系统一样,电梯的 PLC 控制系统由信号控制系统和拖动控制系统两大部分组成。系统的核心是 PLC 主机,操纵盘、呼梯盒、井道及安全保护等装置的信号与 PLC 的输入接口模块相连,CPU 通扫描信号输入,运行固化在存储器的控制程序,运算结果通过 PLC 的输出接口模块向指层器及召唤指示灯等发出显示信号以及向主拖动和门机控制系统发出控制信号。

1) 信号控制系统:电梯信号控制基本由 PLC 软件实现,绝大部分继电器已被 PLC 取代。输入到 PLC 的控制信号有:运行方式选择(如自动、有司机、检修、消防运行方式等)、运行控制、内指令、外召唤、安全保护、井道信息或旋转编码器光电脉冲、开关门信号控制系统的所有功能(如召唤信号登记、轿厢位

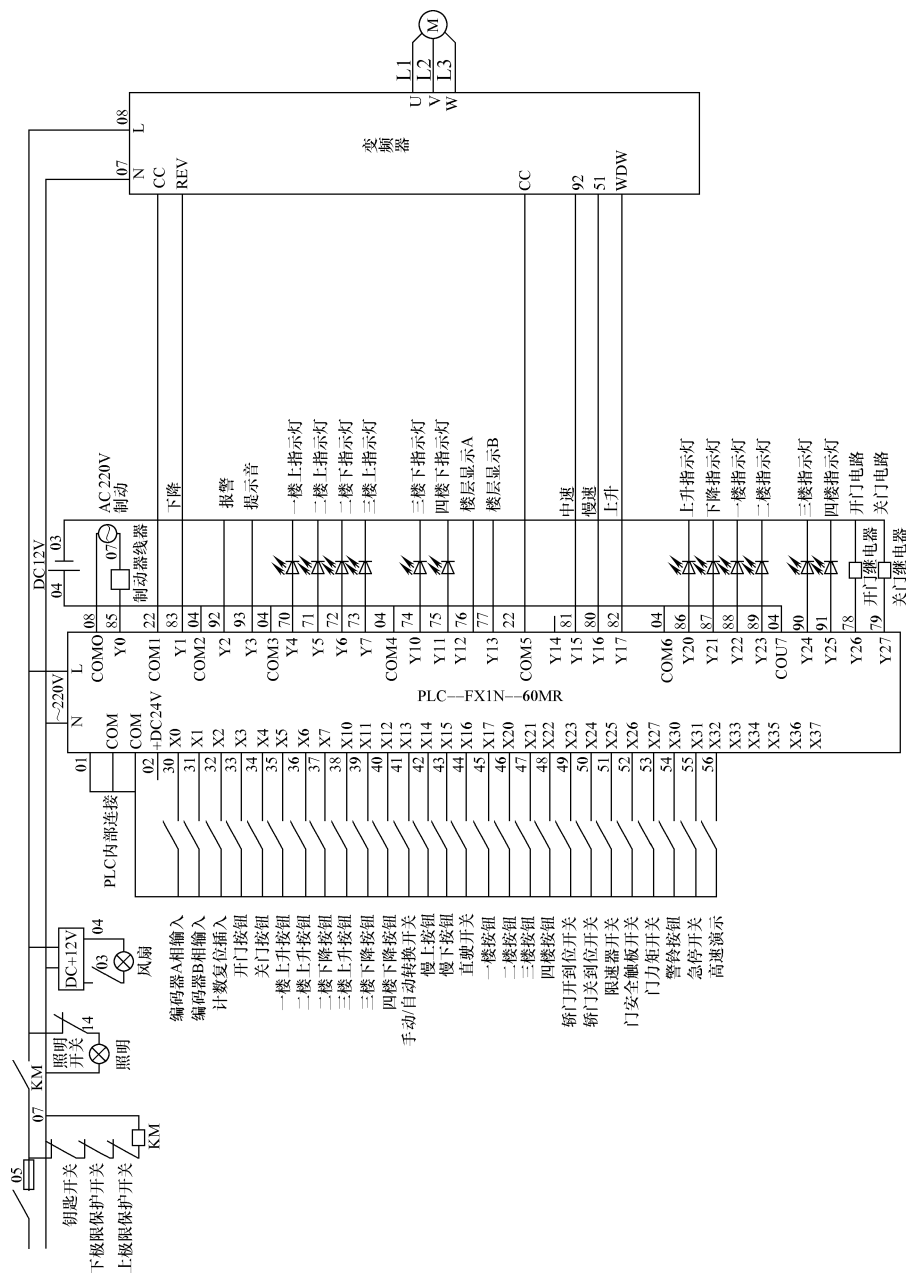


图 20-15 PLC 控制电梯电路

置判断、选层定向、顺向截梯、反向截梯、消号及安全保护、换速、平层、开关门), 电梯自动运行过程均为程序控制。

2) 交流电梯拖动控制系统: 交流电梯 PLC 控制的拖动系统主电路及调速装置与继电器控制系统相比有些不同, 差别主要是拖动系统的工作状态及部分反馈信号送入 PLC, 由 PLC 向拖动系统发出速度指令切换、起动、运行、换速、平层等控制信号。

交流双速电梯快加速及三级减速制动电阻切换的时间控制均由 PLC 内部定时器完成。PLC 程序根据召唤信号定向, 快车起动运行, 慢车减速制动。

交流调速电梯很多, 用 PLC 实现控制的方法也不尽相同, 主 PLC 直接对电梯的运行方向控制、检修运行及快车运行控制 PLC 发出换速信号, 使主拖动电路由快车运行切换到减速制动状态, 同时换速信号输入调速器, 由设定好的减速运行曲线通过速度调节器控制制动电流, 并通过速度或位置检测进行闭环控制, 当达到零速时, 由调速器向 PLC 发出零速信号, PLC 控制瓦闸停车。

16. 运输升降机超速控制电路

本例介绍的升/降机电动机超速控制器, 能防止因电动机正、反转超速运行给设备造成的事故, 有较强的实用性。

(1) 电路组成 该升/降机电动机超速控制器电路由电源电路、LED 指示电路和测速控制电路组成, 如图 20-16 所示。

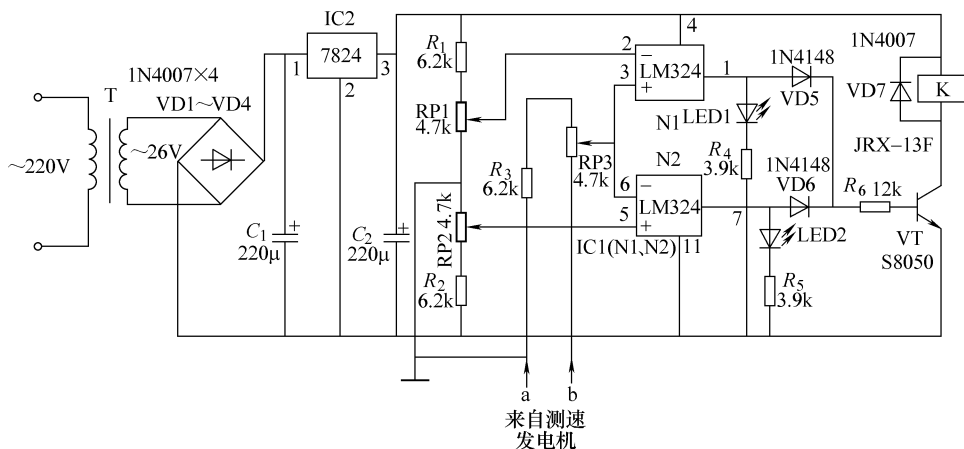


图 20-16 运输升降机超速控制电路

电源电路由电源变压器 T、整流二极管 VD1~VD4、滤波电容器 C₁、C₂ 和三端稳压集成电路 IC2 组成。

LED 指示电路由发光二极管 LED1、LED2 和电阻器 R₄、R₅ 组成。

测速控制电路由电阻器 R₁~R₆、电位器 RP1、RP2、运算放大器集成电路 IC1 (N1、N2)、二极管 VD5~VD7、晶体管 VT 和继电器 K 组成。

(2) 电路原理 交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流、C₁ 滤波及 IC2 稳压后, 为 IC1 提供 ±12V 工作电源。

来自测速发电机的直流电压 (该电压的高低与受控电动机的转速有关) 经 RP3 和 R₃ 分压后, 分别加至 IC1 的 ③脚和 ⑥脚, 作为取样电压。当升/降机电动机正向运转超速, 使取样电压高于 IC1 的 ②脚的 +4.4V 基准电压时, IC1 的 ①脚将输出高电平, 使 LED1 点亮, VT 导通, K 吸合, 其常闭触头断开升/降机电动机控制回路的电源, 使电动机停转, 制动器制动停车; 当升/降机电动机反向运转速度偏高, 导致取样电压低于 IC1 的 ⑤脚的 -4.4V 取样电压时, IC1 的 ⑦脚将输出高电平, 使 LED2 点亮, VT 导通, K 吸合, 将升/降机电电动机的工作电源切断, 制动器制动停车。

17. 建筑用水平测量仪电路

如图 13-22 所示为布线水平测量仪,是电工安装布线的工具之一,主要用于电工安装布线时,是否水平。该仪器打开开关,则发出水平的红光,监测所安装的布线是否水平。

该仪器随身携带,体积小巧、灵活、方便。

(1) 工作原理 电子水平仪的电路如图 20-17 所示。SM1 和 SM2 均为玻璃水银导电开关,它内部由一个短电极和一个长电极组成,并装有导电用的可移动水银球。图中示出了玻璃水银导电开关 SM1 和 SM2 在水平仪中的安装位置。

当水平仪处于水平位置时,玻璃水银导电开关 SM1 和 SM2 内部的水银球均把相应的短电极与长电极接通,因而使两个发光二极管 LED1、LED2 同时通电发光。当水平仪向着玻璃水银导电开关 SM1 一方倾斜时,其玻璃管内的水银球便位移到左端而脱离短电极,使 SM1 断开,LED1 熄灭;但此时 LED2 仍发光,表示此端偏高。同理,当水平仪向着玻璃水银导电开关 SM2 一方倾斜时,SM2 断开,LED2 熄灭,但 LED1 仍发光,表示此端偏高。

电路中, R_1 、 R_2 分别为 LED1 和 LED2 的限流电阻器,其阻值大小影响着对应发光二极管的发光亮度,S3 为电源开关。

(2) 元器件选择 SM1、SM2 选用 KG-102 型玻璃水银导电开关。LED1、LED2 宜用红色高亮度发光二极管。 R_1 、 R_2 均用 RTX.1/8W 型碳膜电阻器。S3 用小型拨动开关。

E 可用两节 7 号或 5 号干电池串联后供电。

(3) 制作 整个水平仪电路全部安装在一个尺寸约为 $250\text{mm} \times 30\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的长条形木盒或塑料盒内。在盒上盖的中间位置开孔,固定电源开关 S3,两头位置分别为发光二极管 VD1、VD2。盒内部的中间位置,固定安装电池 E ,两端分别水平安放玻璃水银导电开关 SM1 和 SM2 (要求保持在同一水平线上) 等。

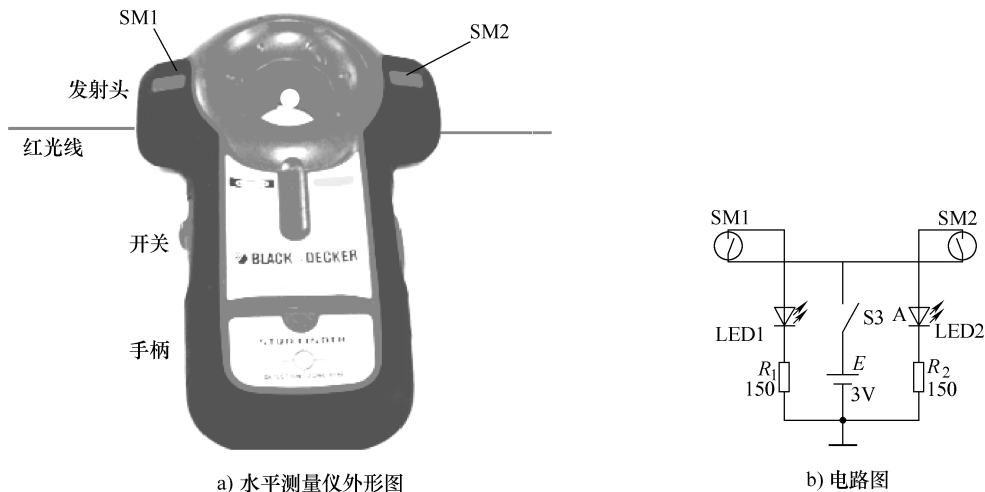


图 20-17 建筑用水平测量仪电路

第 21 章 无线通信电路

1. 调幅小功率广播发射机电路

调幅小功率广播发射机电路如图 21-1 所示。

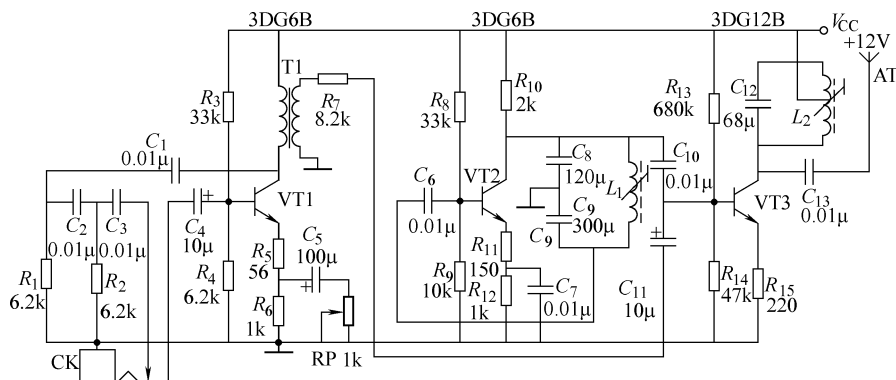


图 21-1 调幅小功率广播发射机电路

该电路由音频振荡（低频放大）、高频振荡及调制发射三部分电路组成。其中晶体管 VT1 及其外围元件构成 RC 移相振荡器。当插头插入插口 CK 后，RC 振荡器变为低频放大器，可由外部输入音频信号，经放大后作为低频调制信号。

RP、C₅ 构成交流负反馈网络，调节 RP 可连续改变交流负反馈的强度，从而改变放大器的增益，因此改变了输出的低频振荡信号或音频信号的幅度，所以 RP 称为调幅度调节电位器。

变压器 T1 可采用收音机中低放电路的输入变压器。晶体管 VT2 及其外围元件构成电容三点式振荡器，该电路输出的高频等幅正弦信号，作为高频载波 f_c 。

晶体管 VT3 及其外围元件构成调制发射电路。由于硅管发射结的门限电压高，为提高调制灵敏度和减小调制失真，给 VT3 的发射结加上了适当的正向偏压（0.4~0.5V），使其工作在接近于乙类的丙类状态。

调幅小功率广播发射机可和超外差式收音机配合，可组成单工无线对讲系统。

2. 超外差中波调幅收音机电路

调谐回路是由可变电容 C_{1a}、C_{T1} 和天线线圈 L₁ 组成。调节可变电容 C_{1a} 可改变 LC 回路的固有频率，使其等于电台频率，产生谐振，以选择不同频率的电台信号。再由天线 L₂ 耦合到下级变频电路进行变频。

变频电路由混频、本机振荡回路和选频三部分电路组成。变频级是以晶体管 VT1 为中心，它兼有振荡、混频两种作用。

由晶体管 VT1（3AG24）、可变电容 C_{1b}、C_{T2}、振荡变压器（简称中振或短振）T2 和电容 C_c、C₃ 构成变压器反馈式振荡器。它能产生高频等幅振荡信号，由于 C_{1a} 和 C_{1b} 是双连可变电容器的组成成分，同轴转动，保证了本机振荡频率总是比输入的电台信号频率高 465kHz，把输入的不同频率的高频信号变换成固定的 465kHz 的中频信号。

输入电台信号与本振信号差出的中频信号 f_1 恒为某一固定值 465kHz，它可以在晶体管 VT4 组成的中频“通道”中畅通无阻，并被逐级放大，用固定调谐的中频放大器将频率固定的中频信号进行放大性能稳定。

晶体管 VT3 的主要作用是检波。

晶体管 VT4 组成电压放大级（推动级），它的主要任务是把音频信号进行放大，使功放级得到更大的音频信号电压，使收音机有足够的音量。

晶体管 VT5 和 VT6 组成乙类功率放大级，把音频信号进行功率放大，以推动扬声器发出声音。超外差式收音机电路如图 21-2 所示。

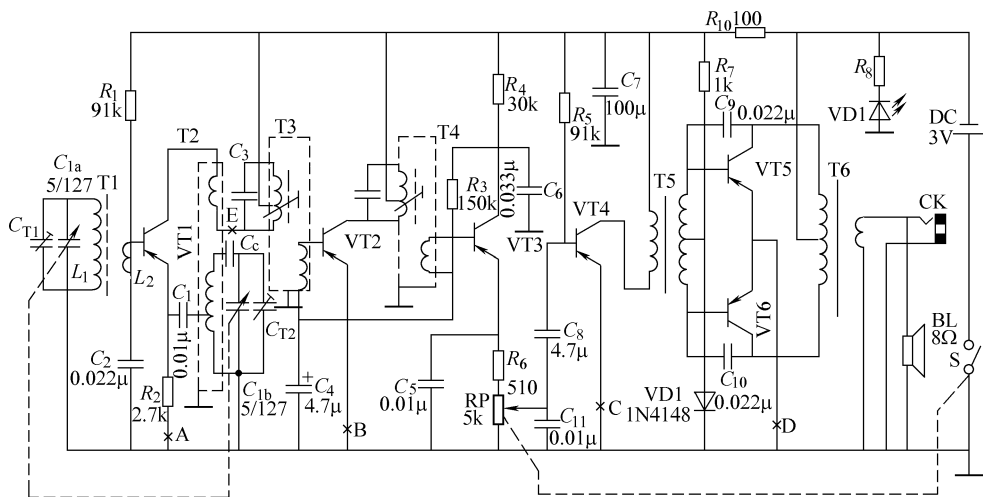


图 21-2 超外差式收音机电路

晶体管 VT1、VT2、VT3 型号为 3AG24；VT4、VT5、VT6 型号为 3AX31。

3. 调频无线传声器电路

(1) 调频无线传声器的电路 调频无线传声器电路如图 21-3 所示，可作为调频收音或收录机的无线传声器使用。

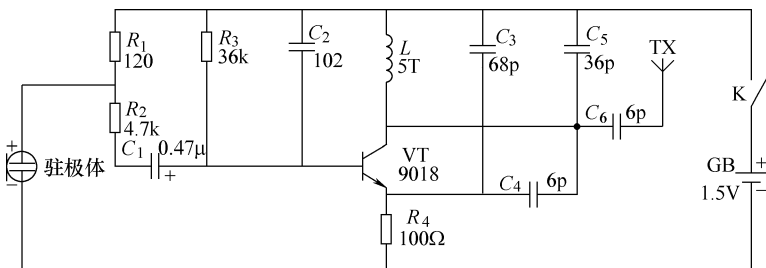


图 21-3 无线传声器电路

由晶体管 VT (9018) 和 L 、 C_3 、 C_4 、 C_5 等元件组成振荡电路产生高频载波，同时由驻极体传声器送来的音频信号从 VT 基极输入，完成频率调制，调频信号经 C_6 耦合，由天线 TX 输出。

(2) 调频无线传声器的电路板图 无线传声器的印制电路如图 21-4 所示。

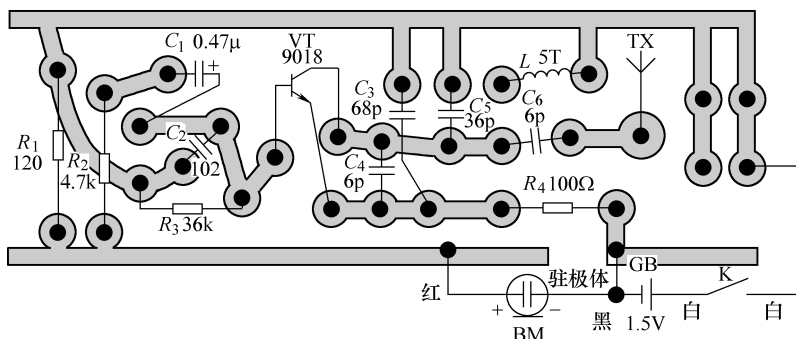


图 21-4 无线传声器的印制电路图

将其打印在转印纸上，然后用转印机转印到一块预先裁好的 $54\text{mm} \times 15\text{mm}$ 敷铜板上，用 FeCl_3 溶液腐蚀。腐蚀好后经钻孔、打磨，再涂上助焊剂即成。如果没有转印设备，也可以按图手工绘制电路板。

4. 由集成运算放大器构成的低通滤波器（LPF）电路

滤波器是通信电路的重要组成部分，压控电压源二阶有源低通滤波器如图 21-5 所示。

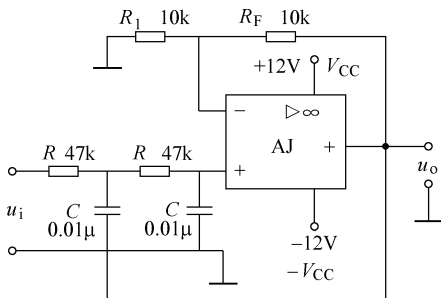


图 21-5 压控电压源二阶有源低通滤波器电路

它由两级 RC 滤波环节与同相比例运算电路组成，其中第一级电容 C 接至输出端，引入适量的正反馈，以改善幅频特性。

图中集成运算放大器 AJ 采用双运放 $\mu\text{A}747$ 。

压控电压源二阶有源低通滤波器可进行低频滤波。

5. 由集成运算放大器构成的高通滤波器（HPF）电路

高通滤波器用来通过高频信号，衰减或抑制低频信号。

将低通滤波电路中起滤波作用的电阻、电容互换，即可变成二阶有源高通滤波器。高通滤波器性能与低通滤波器相反，其频率响应和低通滤波器是“镜像”关系。

压控电压源二阶高通滤波器的电路如图 21-6 所示。

图中集成运算放大器 AJ 采用双运放 $\mu\text{A}747$ 。

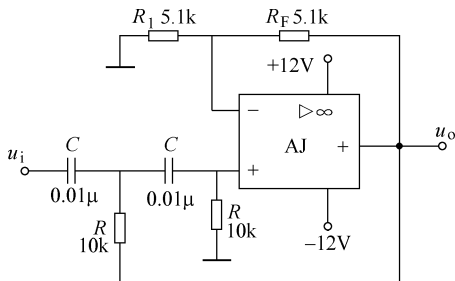


图 21-6 压控电压源二阶高通滤波器电路

6. 由集成运算放大器构成的压控电压源带通滤波器（BPF）电路

带通滤波器只允许在某一个通频带范围内的信号通过，而比通频带下限频率低和比上限频率高的信号均加以衰减或抑制。

典型的压控电压源二阶带通滤波器如图 21-7 所示。

此电路的优点是改变 R_F 和 R_1 的比例就可改变频宽而不影响中心频率。

图中集成运算放大器 AJ 采用双运放 $\mu\text{A}747$ 。

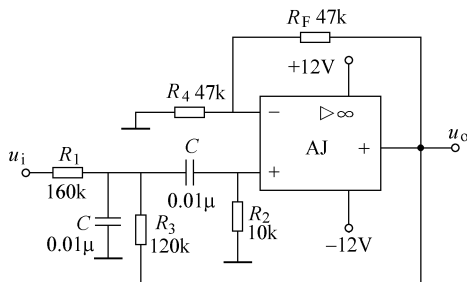


图 21-7 压控电压源二阶带通滤波器电路

7. 由集成运算放大器构成的带阻滤波器 (BEF) 电路

集成运算放大器构成的带阻滤波器 (BEF)，这种电路的性能和带通滤波器相反，即在一定的频带内，信号不能通过（或受到很大衰减或抑制），而在其余频率范围，信号能顺利通过。

在双 T 网络后加一级同相比例运算电路，就构成了基本的二阶有源带阻滤波器 BEF。

带阻滤波器如图 21-8 所示。

图中集成运算放大器 AJ 采用双运放 $\mu A747$ 。

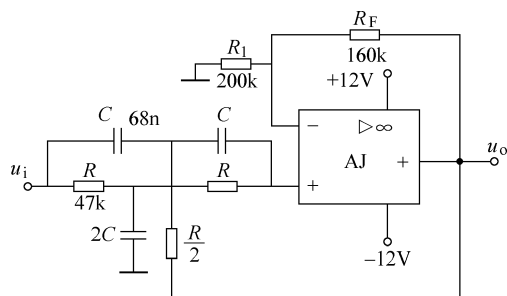


图 21-8 二阶有源带阻滤波器电路

8. 晶体管共射极放大电路

单管共发射极放大电路是性能优良的放大电路，如图 21-9 所示。

电路采用自动稳定静态工作点的分压式射极偏置电路，其温度稳定性好。晶体管选用 I_{CEO} 很小的硅管 3DG6，可变电阻器 RP 用来调整静态工作点。

元件参数参考数值如下：

1) 晶体管为 3DG6。

2) 电阻： $R_{b1} = 15k\Omega$ ， $R_{b2} = 11k\Omega$ ， $R_{RP} = 100k\Omega$ ， $R_c = 5.1k\Omega$ ， $R_{e1} = 51\Omega$ ， $R_{e2} = 1k\Omega$ ， $R_L = 5.1k\Omega$ 。

3) 电容： $C_1 = C_2 = 10\mu F$ ， $C_e = 47\mu F$ 。

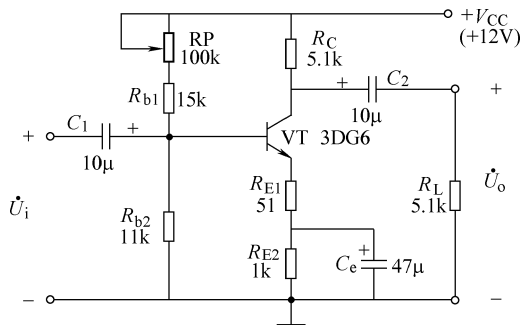


图 21-9 共射极放大电路

9. 场效应晶体管放大电路

结型场效应晶体管组成的共源放大电路稳定性好，无内部反馈，是一种常用的放大电路。结型场效应晶体管组成的共源放大电路如图 21-10 所示。

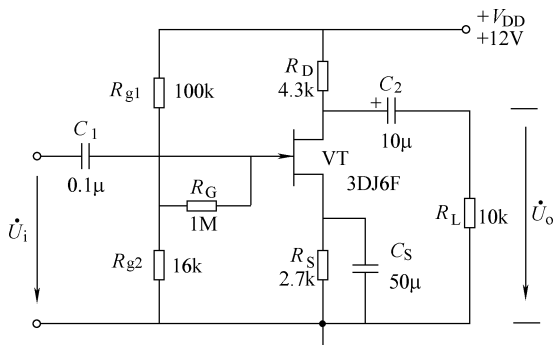


图 21-10 场效应晶体管放大电路

晶体管都接成射极输出器形式, 因此放大器具有输出电阻低、负载能力强等优点, 适合于作功率输出级。调节 RP2, 可以使 VT2、VT3 得到合适的静态电流而工作于甲、乙类状态, 以克服交越失真。

静态时要求输出端中点 A 的电位 $V_A = V_{CC}/2$, 可以通过调节 RP1 来实现, 由于 RP1 的一端接在 A 点, 因此在电路中引入交、直流电压并联负反馈, 一方面能够稳定放大器的静态工作点, 同时也改善了放大器的非线性失真。

C_2 和 R 构成自举电路, 用于提高输出电压正半周的幅度, 以获得大的动态范围。

13. 集成音频功率放大器电路

集成功率放大器 LA4112 组成的音频功率放大器电路如图 21-14 所示。

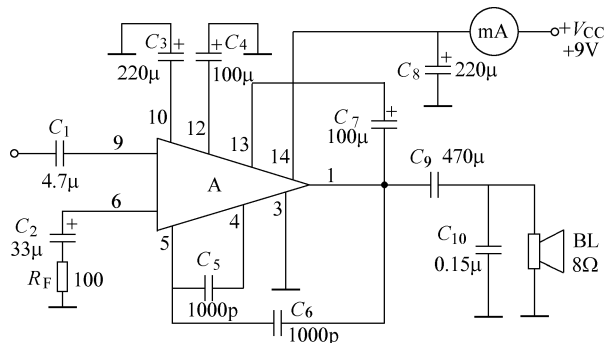


图 21-14 集成功率放大器 LA4112 组成的音频功率放大器电路

电路中各元件的作用如下:

C_1 、 C_9 —输入、输出耦合电容, 隔直作用。

C_2 和 R_F —反馈元件, 它决定了电路的闭环增益。

C_3 、 C_4 、 C_8 —滤波、退耦电容。

C_5 、 C_6 、 C_{10} —消振电容, 消除寄生振荡。

集成功率放大器 LA4112 组成的音频功率放大器电路简单, 输出功率较大, 是一种性能良好的放大电路。

14. 具有中和电路的中频放大器电路

收音机上常用的具有中和电路的中频放大器电路如图 21-15 所示。

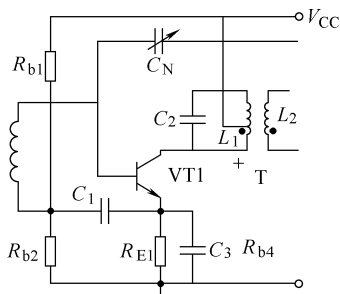


图 21-15 收音机上常用的具有中和电路的中频放大器电路

元件参数参考数值如下:

1) 晶体管: VT1 为 3DG19, $V_{CC} = 6V$ 。

2) 电阻: $R_{b1} = 50k\Omega$, $R_{b2} = 10k\Omega$, $R_{e1} = 1k\Omega$ 。

3) 电容: $C_1 = C_3 = 0.01\mu F$, $C_2 = 200pF$, $C_N = 6pF$ 。

具有中和电路的中频放大器由于加入了中和电路, 可以保证中频放大器稳定工作, 且电路简单, 是一

种性能良好的放大电路。

15. 由 F733 集成宽带放大器构成的共射-共基宽频带放大器电路

F733 集成宽带放大器构成的共射-共基宽频带放大器电路内部反馈小, 放大能力强, 电路稳定性好, 是一种常用的放大电路。

F733 集成宽带放大器构成的共射-共基宽频带放大器电路如图 21-16 所示。

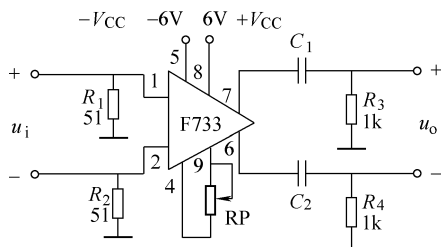


图 21-16 F733 集成放大器构成的共射-共基宽频带放大器电路

集成宽带共射-共基集成电路, 改变第一级差分放大器的负反馈电阻, 可以调节整个电路的电压增益。将引出端⑨和④短接, 增益可达 120dB; 将引出端⑩和③短接, 增益可达 40dB; 各引出端均不短接, 增益为 20dB。

三种情况的上限频率依次为 40MHz、90MHz、120MHz。

16. 双栅场效应晶体管高频放大器电路

双栅场效应晶体管也称为双栅 MOS 管, 一个管子有两个控制栅极。从结构上看, 可以认为是两个单栅场效应晶体管串联组成; 从特性上看, 由于第二栅极 G2 具有一定的屏蔽作用, 使得漏极与第一栅极之间的反馈电容变得很小。

图 21-17 所示为彩色电视机高频调谐器中具有自动增益控制作用的双栅场效应晶体管高频放大器。

元件参数参考数值如下:

- 1) 晶体管: VT 为双栅 CMOS 管。
- 2) 电阻: $R_1=R_2$ 可调节, $R_3=R_4=100\text{k}\Omega$, $R_5=1\text{k}\Omega$ 。
- 3) 电容: $C_1=C_2=C_4=0.01\mu\text{F}$ 。

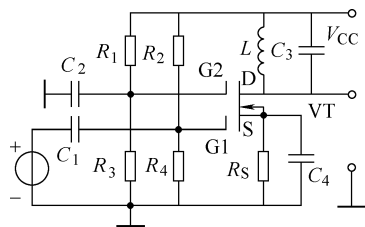


图 21-17 双栅场效应晶体管高频放大器电路

17. 用音频集成电路构成的单片收音机电路

LM386 是专用音频功放集成电路, 可构成单片收音机电路, 如图 21-18 所示。

该电路简单, 但性能优良, 很适合业余爱好者选用。

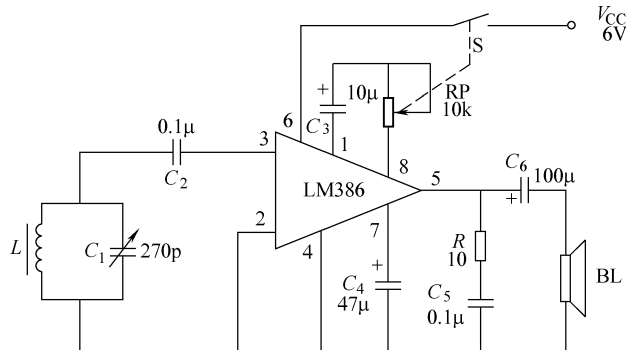


图 21-18 用音频功放集成电路构成的单片收音机电路

18. 用于发射级的谐振式高频功率放大器电路

用于发射级的多频率谐振式高频功率放大器电路如图 21-19 所示。

采用图中的元件和参数，发射级的功率为 5W，适用于中小型发射机使用。

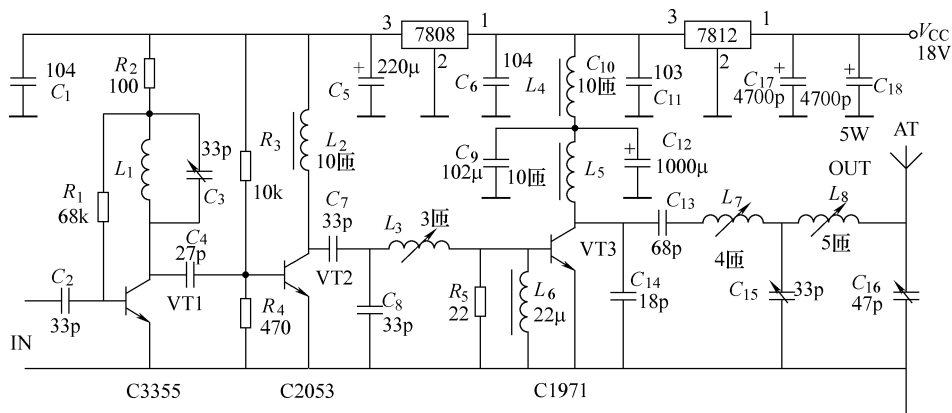


图 21-19 用于发射级的多频率谐振式高频功率放大器电路

19. 晶体管谐振功率放大电路

晶体管谐振功率放大电路如图 21-20 所示，常用于发射级，晶体管采用 3DG19。

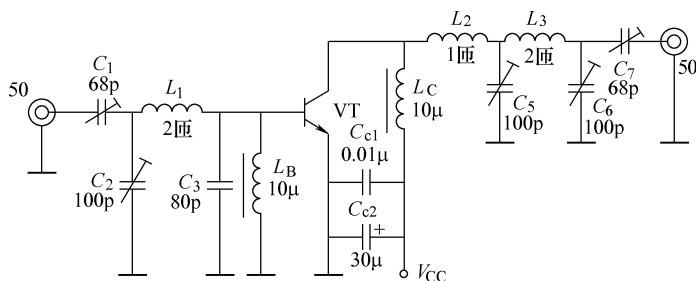


图 21-20 90MHz 晶体管谐振功率放大电路

20. 场效应晶体管谐振功率放大电路

由场效应晶体管组成的 175MHz 高频功放电路如图 21-21 所示。

场效应晶体管 VT 为 3DO4H，元件和参数采用图 21-21 中的示值。

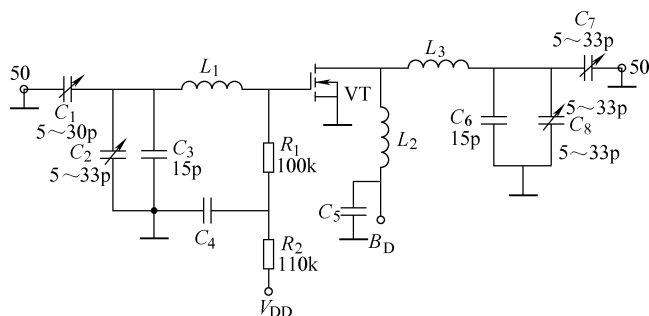


图 21-21 由场效应晶体管组成的 175MHz 高频功放电路

21. 电流开关型丙类（D 类）放大器电路

电流开关型 D 类放大器电路如图 21-22 所示。晶体管 VT1、VT2 均为 3DA12。

晶体管 VT 为 3DK41C, $V_{CC}=12V$ 。

晶体管 VT1 和 VT2 在开关信号作用下, 交替工作在开关状态, 因而功耗很小。而两个晶体管交替导通时, 电流分别流经两个晶体管和电感线圈 L , 因为线圈 L 的电感值很大, 所以电流的大小主要由 L 决定, 且比较恒定。因此, 这种放大器称作电流开关型 D 类放大器。

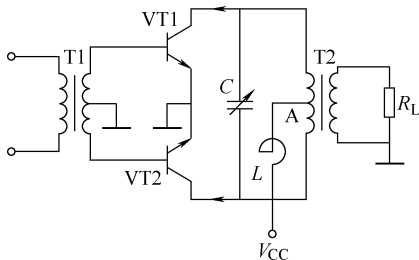


图 21-22 电流开关型 D 类放大器的原理电路

22. 电压开关型丙类（D 类）放大器电路

互补电压开关型 D 类功放电路如图 21-23 所示。晶体管 VT1、VT2 均为 3DA12。

其中,两个同型(NPN)管串联,晶体管VT为3DK41C,集电极加有恒定的直流电压 $V_{CC}=12V$ 。

输入电路通过高频变压器 T1, 使晶体管 VT1 和 VT2 获得反向的方波激励电压。由于加在两个串联的同型 (NPN) 晶体管输入端的电压足够大且相位相反, 两管处于开关状态且交替导通。

回路两端的电压为方波,大小等于直流电源电压 V_{CC} 。 L_o 、 C_o 组成高 Q 串联电路,用以选出基波频率。因此,这种放大器称作电压开关型 D 类放大器。

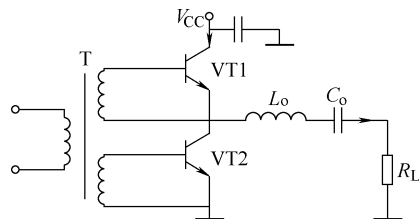


图 21-23 互补电压开关型 D 类功放电路

23. 宽频带高频功率放大器电路

由传输线变压器与晶体管构成的宽带高频功率放大器如图 21-24 所示。

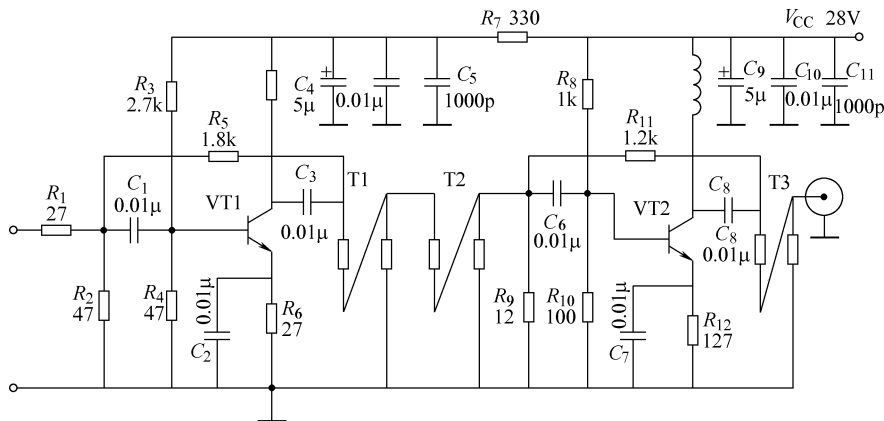


图 21-24 宽带高频功率放大器电路

晶体管 VT1、VT2 均为 3DG12B。利用传输线变压器在宽频带范围内传送高频能量和实现放大器与放大器之间的阻抗匹配或实现放大器与负载之间的阻抗匹配。

T1、T2 和 T3 是宽频带传输线变压器，T1、T2 串接组成 16:1 阻抗变换器，使晶体管 VT1 的高输出阻抗与 VT2 的低输入阻抗相匹配。电路每一级都采用了电压负反馈电路，以改善放大器的性能。1.8k Ω 与 47 Ω 电阻串联分压给 VT1 放大器提供反馈，1.2k Ω 与 12 Ω 电阻串联分压给 VT2 放大器提供反馈。为了避免放大器通过电源内阻在放大器级间产生寄生耦合，采用 RC 去耦滤波电路。滤波电容是由大小和材料不同的三个电容并联组成，分别对不同的频率滤波。由于没有采用调谐回路，这种放大器应工作于甲类状态。

电路的工作频率范围为 $2\sim 30\text{MHz}$ ，输出功率为 60W 。负载为 50Ω ，经 $T3$ 进行 $4:1$ 阻抗变换， $VT2$ 的集电极负载为 200Ω 。由于工作于大功率状态，其输入电阻为 12Ω 左右，且随输入信号大小变化。为了减小输入阻抗变化对前级放大器的影响，在 $VT2$ 的输入端并联了一个 12Ω 的电阻，使总的输入电阻变成为 6Ω ，经 $16:1$ 阻抗变换， $VT1$ 的集电极负载为 96Ω 。

24. 反相功率合成放大器电路

反相功率合成放大器的实际电路如图 21-25 所示。晶体管： $VT1$ 、 $VT2$ 均为 $3DA7$ ，工作于 $1.5\sim 18\text{MHz}$ ，输出功率 100W 。

元件参数参考数值如下：

- 1) 晶体管： $VT1$ 、 $VT2$ 型号均为 $3DA7$ 。
- 2) 电阻： $R_1=16\Omega$ ， $R_2=16\Omega$ ， $R_3=75\Omega$ 。
- 3) 电容： $C_1=C_2=C_3=C_4=0.01\mu\text{F}$ 。

由传输线变压器 $T1$ 构成反相功率分配器，信号源电压加 D 端，在晶体管 $VT1$ 和 $VT2$ 的输入端 A 端和 B 端，分别得到反相的电压信号，实现了反相功率分配的目的。晶体管 $VT1$ 和 $VT2$ 对反相的输入电压信号分别进行放大，输出反相的功率信号。

晶体管 $VT1$ 和 $VT2$ 输出的反相的功率信号，加在传输线的变压器 $T2$ 的 A 端和 B 端，合成于 D 端的负载，实现了反相功率放大的目的。

反相功率合成放大器的晶体管 $VT1$ 和 $VT2$ 交替导通，流过反相电流，这在电源的利用上是合适和经济的。

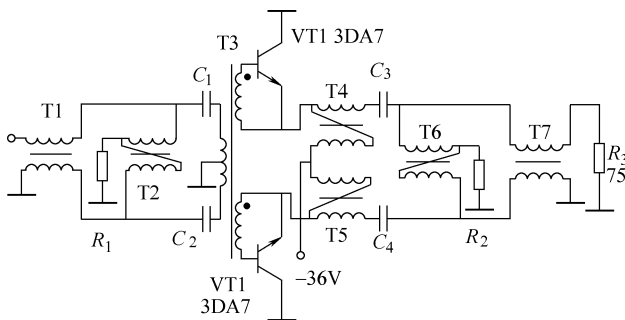


图 21-25 100W 反相功率合成放大器的实际电路

25. 超短波电台发信机功放电路

图 21-26 是超短波电台发信机高频功放电路。此电路采用日本三菱公司的高频集成功放电路 $M57704H$ 。

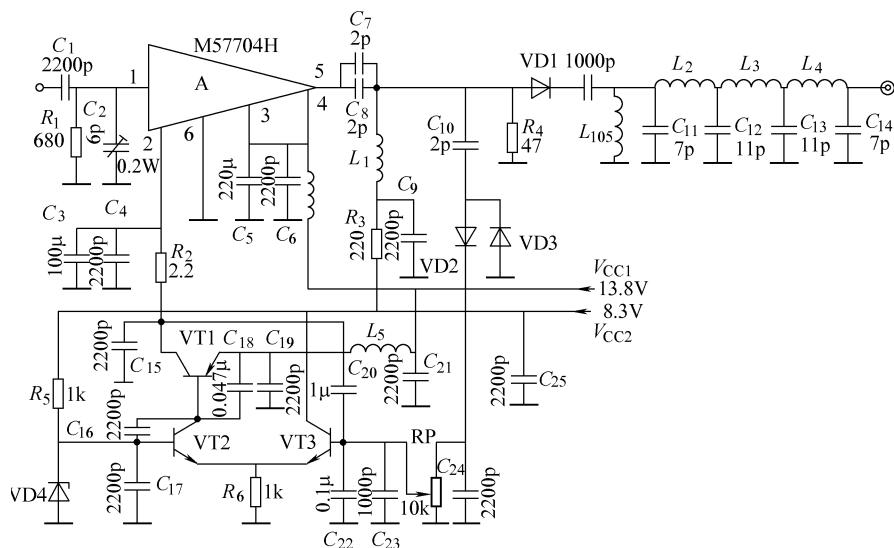


图 21-26 TW-42 超短波电台发信机高频功放部分电路图

电台采用频率调制，工作频率为 $457\sim 458\text{MHz}$ ，发射功率为 5W 。由图可见，输入等幅调频信号经 $M57704H$ 功率放大后，一路经微带线匹配滤波后，再经过 $VT1$ 送多节 LC 的 π 型网络，然后由天线发射出去；另一路经 $VD2$ 、 $VD3$ 检波， $VT2$ 、 $VT3$ 直流放大后，送给 $VT1$ 调整管，作为控制电压从 $M57704H$

的第②脚输入, 调节第一级功放的集电极电源, 可以稳定整个集成功放的输出功率。第二三级功放的集电极电源是固定的 13.8V。

26. 电容反馈振荡电路

电容反馈振荡器的实际电路如图 21-27 所示, 晶体管为 3DG3。

元件参数参考数值如下:

- 1) 晶体管为 3DG6。
- 2) 电阻: $R_{b1}=91\text{k}\Omega$, $R_{b2}=11\text{k}\Omega$, $R_e=1\text{k}\Omega$ 。
- 3) 电容: $C_b=C_c=C_e=0.01\mu\text{F}$ 。
- 4) L 和 C_1 、 C_2 的值由振荡器的振荡频率决定。

电感 L 和电容 C_1 、 C_2 组成一个选择性回路, 晶体管的发射极接地。输出电压 $\dot{U}_O=\dot{U}_{C1}$, 反馈电压 $\dot{U}_f=\dot{U}_{C2}$, 反馈电压 $\dot{U}_f$ 与输出电压 $\dot{U}_O$ 相位差为 180° , 满足正反馈条件。

因晶体管的三个电极分别与电容的三个节点连接, 该电路叫三点振荡器电路; 又因为反馈电压取自电容两端的电压, 所以该电路又叫电容三点振荡器。

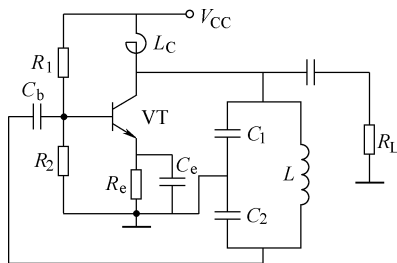


图 21-27 电容反馈振荡器电路

27. 电感反馈振荡电路

电感反馈振荡器电路如图 21-28 所示, 晶体管为 3DG3。

元件参数参考数值如下:

- 1) 晶体管为 3DG6。
- 2) 电阻: $R_{b1}=91\text{k}\Omega$, $R_{b2}=11\text{k}\Omega$, $R_e=1\text{k}\Omega$ 。
- 3) 电容: $C_b=C_c=C_e=0.01\mu\text{F}$ 。
- 4) C 和 L_1 、 L_2 的值由振荡器的振荡频率决定。

从交流等效电路可以看出, 电容 C 和电感 L_1 、 L_2 组成一个选择性回路, 晶体管的发射极接地。输出电压 $\dot{U}_O=\dot{U}_{L1}$, 反馈电压 $\dot{U}_f=\dot{U}_{L2}$, 反馈电压 $\dot{U}_f$ 与输出电压 $\dot{U}_O$ 相位差为 180° , 满足正反馈条件。

晶体管的三个电极分别与电感的三个节点连接, 该电路叫三点振荡器电路; 又因为反馈电压取自电感两端的电压, 所以该电路又叫电感反馈型三点振荡器。

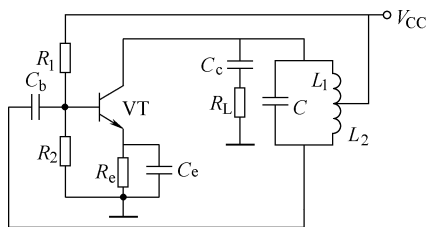


图 21-28 电感反馈振荡器电路

28. 克拉波振荡电路

增大 C_1 和 C_2 , 又不能改变回路的谐振频率, 在选频电路中串联一个容量较小的电容是一个有效的办法。改进的电容反馈振荡器电路又称克拉波振荡电路, 如图 21-29 所示。

元件参数参考数值如下:

- 1) 晶体管为 3DG6。
- 2) 电阻: $R_{b1}=91\text{k}\Omega$, $R_{b2}=11\text{k}\Omega$, $R_c=5.1\text{k}\Omega$, $R_e=1\text{k}\Omega$ 。
- 3) 电容: $C_b=0.01\mu\text{F}$ 。
- 4) L 和 C_1 、 C_2 、 C_3 的值由振荡器的振荡频率决定, 因为 $C_3 \ll C_1$, $C_3 \ll C_2$, 因此使得晶体管不稳定电容的变化对回路总电容的影响减小, 这就是克拉波振荡电路的优点。

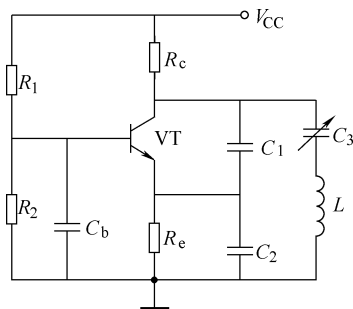


图 21-29 克拉波振荡电路

29. 西勒振荡电路

克拉波振荡电路引进了 C_3 , 使得晶体管的不稳定电容的变化对回路总电容的影响减小, 但 C_3 的量值

受回路谐振频率的限制不能太小。要解决这一问题,可在克拉波振荡电路的电感 L 上并联电容 C_4 ,此电路又称西勒振荡电路,如图 21-30 所示。

元件参数参考数值如下:

- 1) 晶体管为 3DG6。
- 2) 电阻: $R_{b1}=91\text{k}\Omega$, $R_{b2}=11\text{k}\Omega$, $R_c=5.1\text{k}\Omega$, $R_e=1\text{k}\Omega$ 。
- 3) 电容: $C_b=0.01\mu\text{F}$ 。
- 4) L 和 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 的值由振荡器的振荡频率决定。

西勒振荡电路的特点是:在克拉波振荡电路 L 上并入电容 C_4 , C_4 改变振荡频率,可调,但 C_4 不改变晶体管结电容的接入系数,这样可进一步减小 C_3 ,稳定振荡频率。

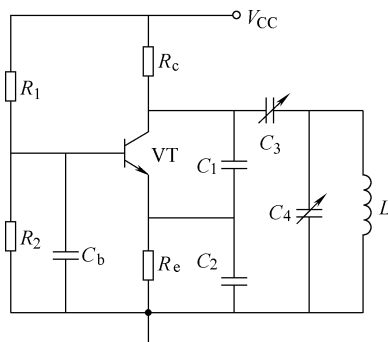


图 21-30 西勒振荡电路

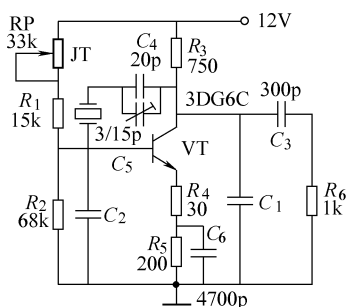
30. 并联型晶体振荡器电路

典型的晶体振荡器的实际电路如图 21-31 所示。该电路满足三点式振荡器的组成原则,为电容反馈的振荡器。当振荡器的振荡频率在晶体的串联谐振频率和并联谐振频率之间时,晶体呈感性,振荡器才可能振荡。这种电路通常称为皮尔斯 (Pierce) 振荡器,又称为并联型晶体振荡器。

晶体管为 3DG6C,其他参数如图 21-31 所示。

皮尔斯振荡器的工作频率由 C_1 、 C_2 、 C_3 与晶体构成的回路决定。

并联型晶体振荡器的振荡频率介于石英晶体电路的串联谐振频率与并联谐振频率之间。



$f_1(\text{MHz})$	$C_1(\text{pF})$	$C_2(\text{pF})$
1	600	750
5	350	510
15	120	320

图 21-31 并联型晶体振荡器

31. 串联型晶体振荡器电路

串联型晶体振荡器中,晶体通常接在反馈电路中。图 21-32 是串联型晶体振荡器的实际电路。

元件参数参考数值如下:

- 1) 晶体管为 3DG6C。
- 2) 电阻: $R_1=91\text{k}\Omega$, $R_2=11\text{k}\Omega$, $R_e=1\text{k}\Omega$ 。
- 3) 电容: $C_b=0.01\mu\text{F}$ 。
- 4) L 和 C_1 、 C_2 的值由振荡器的振荡频率决定。

可以看出,串联型晶体振荡器的振荡频率只有等于石英晶体的串联谐振频率才能满足起振和振荡条件。

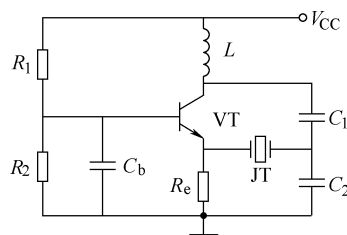


图 21-32 串联型晶体振荡器

32. 文氏电桥振荡器电路

文氏电桥振荡器的反馈网络采用 RC 串并联选频网络,电路在 $\omega_0=1/RC$ 处的相移为零,所以为了形成正反馈,必须采用同相放大器。通常可以采用两级共射电路组成,或者采用同相集成运算放大器 $\mu\text{A}747$ 。后者所组成的振荡电路如图 21-33 所示,称为文氏桥振荡器。

- 1) 集成运算放大器为 $\mu\text{A}747$ 。
- 2) 电阻 R 和电容 C 的值由振荡器的振荡频率决定。

图中的文氏电桥振荡器用作从几赫兹到几百千赫频段

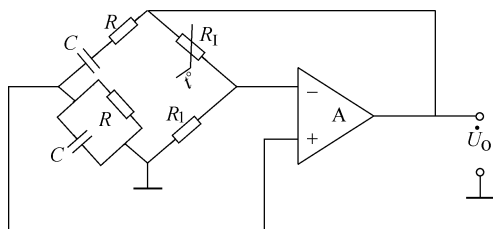


图 21-33 文氏桥振荡器原理图

范围内的可变频率振荡器。它的频率可调范围比 LC 振荡电路大得多，而且调整方便。

当输入 RC 网络的信号频率 $\omega_0 = 1/RC$ 时，反馈系数最大 $F = 1/3$ ，而且 $\dot{U}_i$ 与输出电压 $\dot{U}_o$ 同相。只要同相放大器的电压放大倍数 $A > 3$ ，就可以产生频率 $\omega_0 = 1/RC$ 的正弦波。由运算放大器所组成的同相放大器，其电压放大系数远大于 3。为了控制放大倍数，同时也起到改善振荡波形和稳定振幅的作用。在电路中除了起正反馈作用的 RC 选频网络外，还引入了反馈较深且具有自动调整反馈作用的负反馈电路，由 R_i 和 R_f 组成。

33. 方波-三角波-正弦波函数发生器电路

方波-三角波-正弦波函数发生器如图 21-34 所示，其中运算放大器 A1 与 A2 采用一只双运放 $\mu A747$ 。因为方波的幅度接近电源电压，所以取电源电压 $+V_{CC} = +12V$ ， $-V_{EE} = -12V$ 。

方波-三角波-正弦波函数发生器可产生方波、三角波和正弦波，其相应输出端如图 21-34 所示。

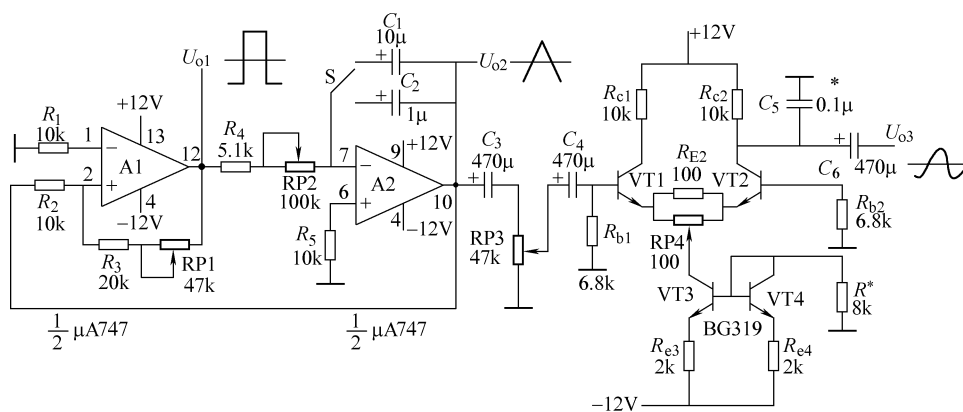


图 21-34 方波-三角波-正弦波函数发生器电路

34. 由 ICL8038 组成的音频函数发生器电路

ICL8038 组成的音频函数发生器如图 21-35 所示。

集成电路采用 ICL8038。

电阻 R_1 与电位器 RP1 用来确定⑧脚的直流电位 V_8 ，通常取 $V_8 \geq 2V_{CC}/3$ 。 V_8 越低，输出频率越低，反之亦然。因此，ICL8038 又称为压控振荡器（VCO）或频率调制器（FM）。RP1 可调节的频率范围为 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ 。采用双电源供电时，输出波形的直流电平为零。采用单电源供电时，输出波形的直流电平为 $V_{CC}/2$ 。

ICL8038 组成的音频函数发生器可产生方波、三角波和正弦波，其相应输出端如图 21-35 所示。

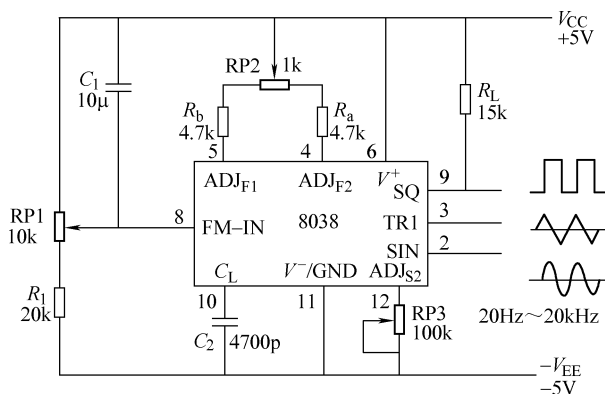


图 21-35 ICL8038 组成的音频函数发生器

35. 由 555 定时器构成的多谐振荡器电路

555 定时器构成的多谐振荡器如图 21-36 所示。

图中点划线框中为 555 定时器时基集成电路，电路输出脉冲的占空比始终大于 50%。

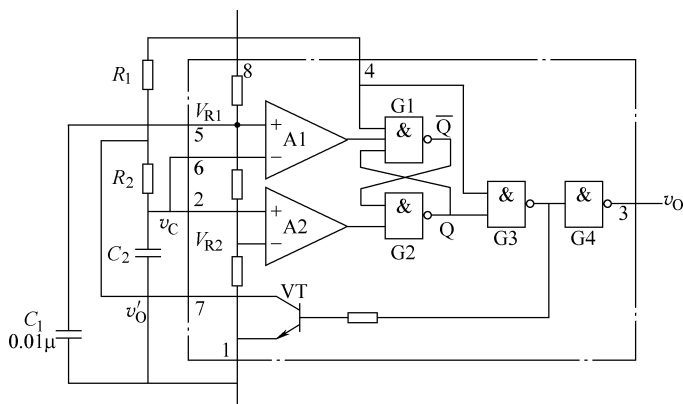


图 21-36 555 定时器构成的多谐振荡器

36. 开关二极管平衡调幅电路

常用的二极管平衡调幅电路如图 21-37 所示。它由两个性能一致的二极管及中心抽头变压器 T 组成。

二极管 VD1、VD2 均为 2AP9。其他元件参数参考数值如图 21-37 中所示。

二极管平衡调幅电路的功能是将低频调制信号和高频载波信号通过电路变换成高频调幅信号输出。该调幅电路结构简单，输出谐波少，是一种常用的调幅电路。

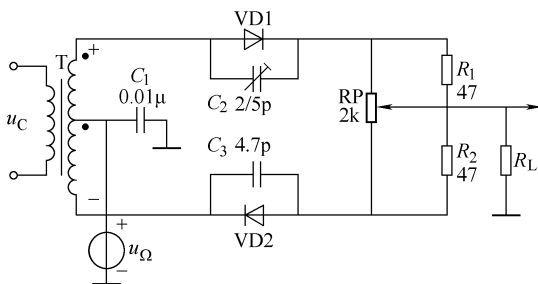


图 21-37 二极管平衡调幅电路

37. 二极管环形调幅电路

二极管环形调幅电路由 4 只二极管组成一个环路，因此称为二极管环形调幅电路。二极管环形调幅电路具有更大的优点。

由于二极管特性的离散性和电路等原因，常须用电阻元件对电路进行校正，实际的环形调幅电路如图 21-38 所示。

二极管 VD 均为 2AP9。其他元件参数参考数值：电阻： $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 100\Omega$ ， $R_{RP1} = R_{RP2} = 470\Omega$ 。

二极管环形调幅电路将低频调制信号和高频载波信号通过电路变换成高频调幅信号输出。该调幅电路结构简单，输出谐波少，对称性和平衡性好，常采用集成电路的形式。

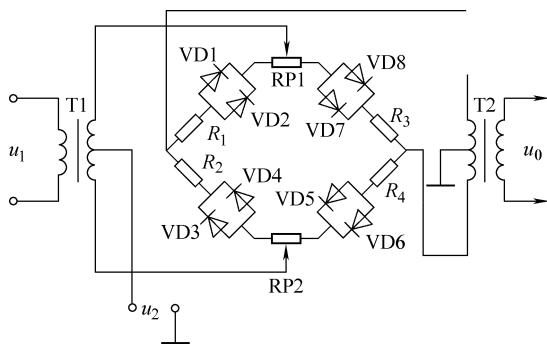


图 21-38 环形调幅电路

38. 由模拟乘法器构成的调幅器电路

集成模拟乘法器 MC1496 构成的调幅电路如图 21-39 所示。

通道两输入端⑧、⑩脚直流电位均为 6V，可作为载波输入通道；Y 通道两输入端①、④脚之间外接有调零电路，可通过调节 50kΩ 电位器使①脚电位比④脚高 U_Y ，调制信号 $u_a(t)$ 与直流电压 U_Y 叠加后输入 Y 通道。调节电位器可改变调制指数 Ma 。输出端⑥、⑫脚接调谐于载频的带通滤波器。②、③脚之间外接 Y 通道负反馈电阻。

图 21-39 所示电路可以组成双边带调幅电路，调节电位器的目的是为了 Y 通道①、④脚之间的直流电位差为零，即 Y 通道输入信号仅为交流调制信号。为了减小流经电位器的电流，便于调零准确，可加大

两个 750Ω 电阻的阻值, 比如各增大 $10k\Omega$ 。

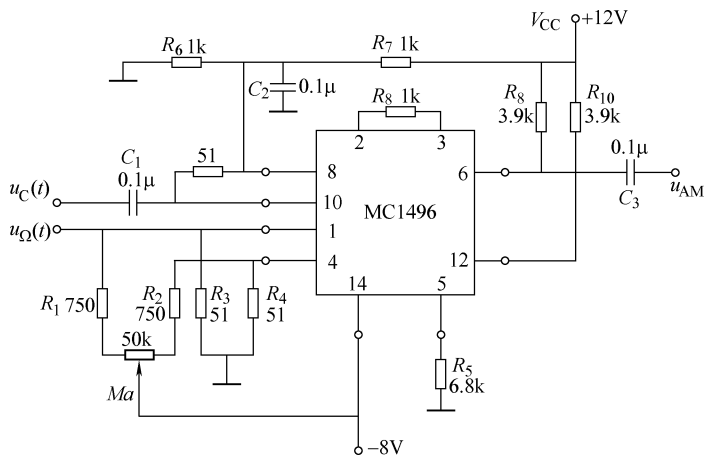


图 21-39 用 MC1496 构成的调幅电路

39. 集电极调幅电路

集电极调幅效率高, 输出功率大, 电路如图 21-40 所示。

低频调制信号 $u_{\Omega}(t)$ 与丙类放大器的直流电源 V_{cT} 相串联, 因此, 放大器的有效集电极电源电压 V_{cc} 等于两电压之和, 随调制信号变化。图中的电容器 C' 是高频旁路电容, 构成高频信号通路。而对调制信号相当于开路。

丙类高频功率放大器, 当基极偏置 V_{BB} , 激励高频信号电压振幅 U_{bm} 和集电极有效回路阻抗 R_P 不变, 只改变集电极有效电源电压时, 集电极电流脉冲在欠电压区不变。而在过电压区, 集电极电流脉冲幅度将随集电极电源电压 V_{cc} 变化。因此集电极调幅必须工作在过电压状态。

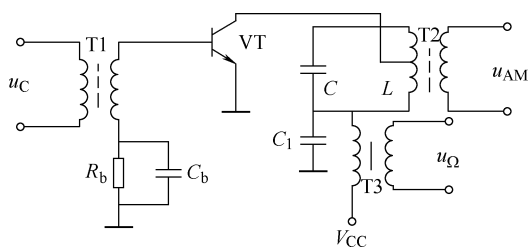


图 21-40 集电极调幅电路

40. 基极调幅电路

基极调幅适合小信号调幅, 其电路如图 21-41 所示。

图中 C_2 、 C_4 、 C_6 为高频旁路电容, $T1$ 、 $T2$ 为高频变压器, LC 回路谐振于载波频率 ω_c , 通频带为 $2F_{max}$ 。

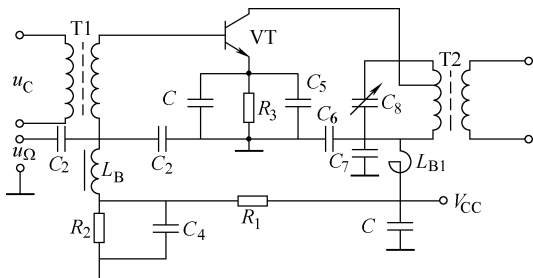


图 21-41 基极调幅电路

41. 二极管平方率检波器电路

在输入信号的幅度小时, 利用二极管伏安特性的弯曲部分, 以增大特性曲线的平方率成分进行频率变

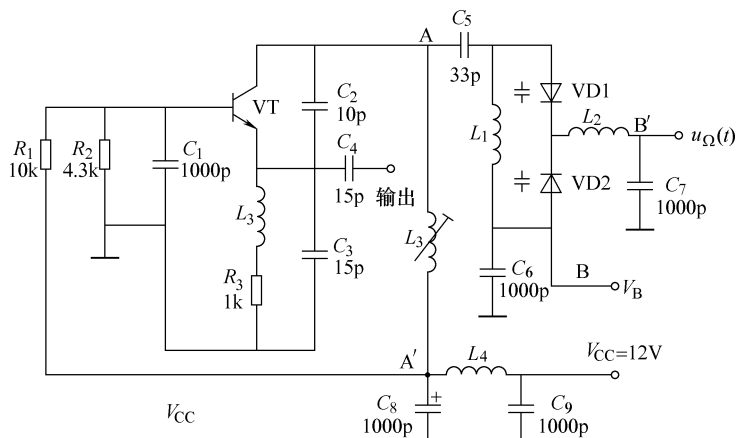


图 21-45 变容二极管调频器

变容二极管的结电容是振荡器振荡回路的一部分，结电容随调制信号变化，回路总电容也就随调制信号变化，振荡频率也将随调制信号变化。只要适当选取变容二极管的特性及工作状态，可以使振荡频率的变化与调制信号近似成线性关系，从而实现调频。

变容二极管调频器的瞬时频率与调制电压的关系由振荡回路决定。由于接入的方式不同，变容二极管对回路振荡频率的影响也不同；变容二极管接入振荡回路的方式分为全部接入和部分接入两种。

45. 由集成压控振荡器构成的频率调制器电路

集成压控振荡器 NE566 构成的频率调制器如图 21-46 所示。

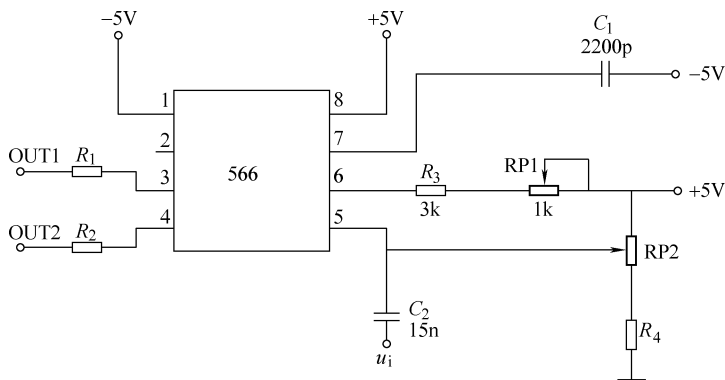


图 21-46 NE566 构成的频率调制器

当信号输入端⑤端电位为直流电位时，周而复始循环形成恒频振荡；改变输入端⑤端电位，集成电路频率调制器电路的输出频率也相应变化。

图中元件参数参考数值，当电阻： $R_1 = R_2 = 100\Omega$ ， $R_4 = 10k\Omega$ ， $RP2 = 50k\Omega$ 时，输出频率可在 20 ~ 40kHz 左右相应变化；改变 $RP2$ 或 C_1 的取值，输出频率也相应变化。

46. 由集成电路（锁相环）构成的频率解调器电路

MC1496 构成的乘积型相位鉴频器电路如图 21-47 所示。

图中，调频信号通过电缆由输入端 IN 输入，经 $D1$ 和 $D2$ 组成的双限幅器整形，除去寄生调幅，其中，一路信号由 1496 的输入端⑧、⑩输入，另一路信号经 C_{13} 、 C_{18} 、 L_1 、 R_{18} 组成的 LC 串并联移相网络，变为调相调频波，由 1496 的输入端①、④端输入。

两路信号进行乘积运算，输出原调制信号。

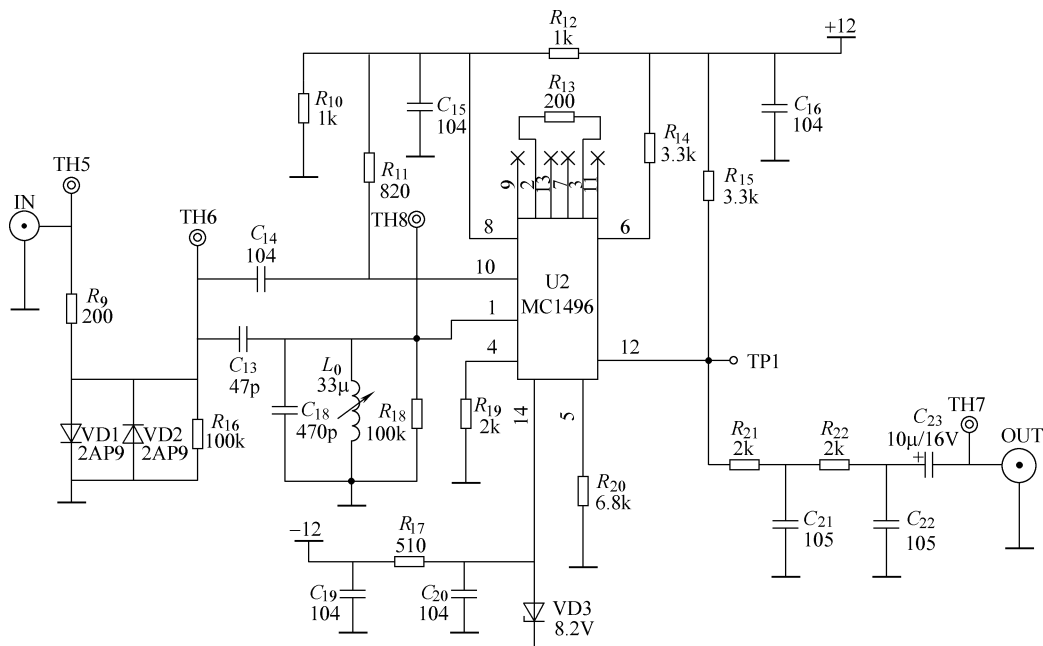


图 21-47 MC1496 构成的乘积型相位鉴频器电路图 (正交鉴频) (4.5MHz)

47. 集成乘法器混频电路

目前, 高质量的通信接收机中多采用二极管环形混频器和由双差分对管平衡调制器构成的混频器, 集成模拟乘法器 (MC1496) 构成的混频电路如图 21-48 所示。

本振电压 u_L 和输入信号电压 u_s 分别从输入通道输入, 调节 50k Ω 电位器, 使①、④脚直流电位差为零。

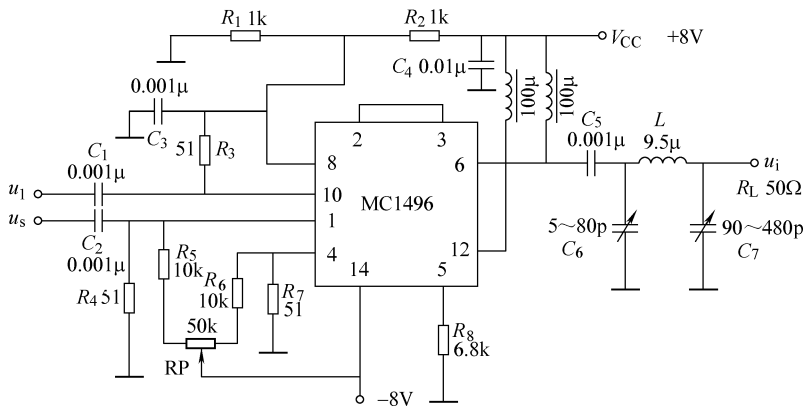


图 21-48 集成模拟乘法器 (MC1496) 构成的混频电路

作用在混频器上除了输入信号电压 u_s 和本振电压 u_L 外, 也存在干扰和噪声信号。它们之间任意两者都有可能产生组合频率, 这些组合信号频率如果等于或接近中频, 将与输入信号一起通过中频放大器、解调器, 对输出级产生干扰, 影响信号的接收, 不可避免地会产生干扰, 其中影响最大的是中频干扰和镜像干扰。

中频信号 (9MHz) 由⑥脚单端输出后的 π 型带通滤波器中取出。

48. 双失谐回路鉴频器电路

微波通信机采用的双失谐回路鉴频器的实际电路如图 21-49 所示, 两个回路的谐振频率分别设置为 35MHz 和 40MHz。

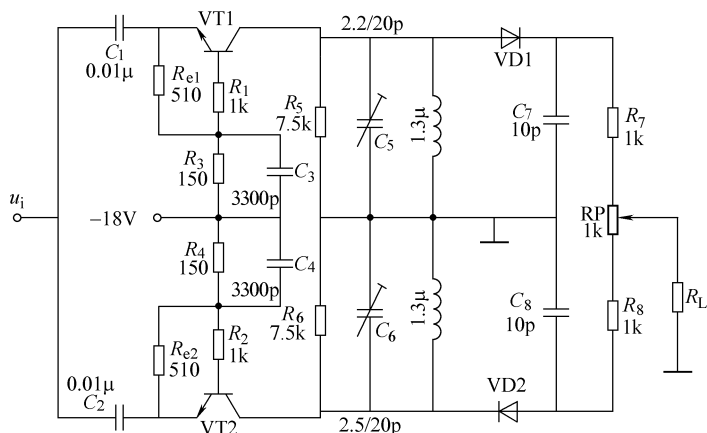


图 21-49 双失谐回路鉴频器电路

晶体管为 3DG12，二极管为 2AP9 $\times$ 2。

图中，调频信号载波频率为 37.5MHz，经两个共基极放大器放大后分别加到两个谐振回路上，而两个回路的连接点与检波电容一起接地。由于接地点改变，输出电压 u_o 改从检波器电阻中间取出，所以检波二极管 VD1 和 VD2 的方向是相反的。

49. 比例鉴频器电路

常用的相位鉴频器根据其耦合方式可分为互感耦合鉴频器和电容耦合鉴频器。其改进型互感耦合比例鉴频器电路如图 21-50 所示，图中，二极管为 2AP9 $\times$ 2。

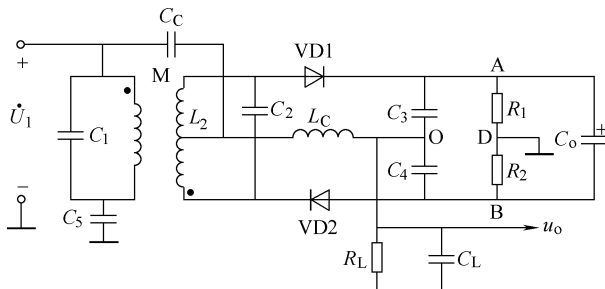


图 21-50 比例鉴频器电路

它与相位鉴频器在调频-调幅调频波变换部分相同，但在检波器部分有较大变化。主要差别是：

- 1) 把两个检波电容 C_3 和 C_4 的连接点 O 与两个电阻连接点 D 分开，鉴频器的输出电压 u_o 从 D、E 两点取出。
- 2) 在输出端 A、B 两端并接一个大电容量的 C_0 ，其电容量约为 $10\mu\text{F}$ ，由于 $(R_1 + R_2)C$ 电路的时间常数很大，约为 $(0.1 \sim 0.2) \text{ s}$ ，这样在检波过程中，对于 15Hz 以上的调幅变化，电容 C_0 上的 U_{dc} 基本保持不变。
- 3) 两个二极管中，一个二极管与相位鉴频器中的接法方向相反。这样除了保证两个二极管的直流通路外，还使得两个检波器的输出电压极性变成相同。因此，ab 两端就是两个检波器输出电压之和。

50. 中波波段收音机中常用的晶体管变频器电路

收音机中波波段常用的晶体管变频器电路如图 21-51 所示。

图中晶体管构成的变频器，担任放大、振荡、混频等多种功能，是一种收音机中常用的变频器电路。

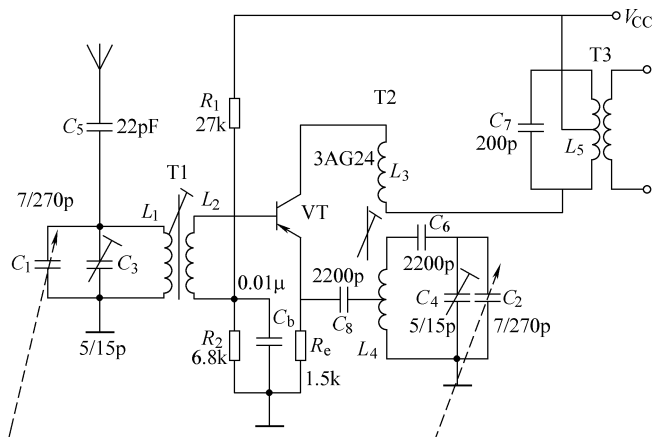


图 21-51 收音机中波波段的晶体管变频器电路

51. FM 收音机变频电路中常用的晶体管混频器电路

载波频率更高的波段，变频电路常用的晶体管共基极混频器电路如图 21-52 所示。图中的晶体管可采用 3AG33，工作于共基极状态，是一种收音机中常用变频器电路。

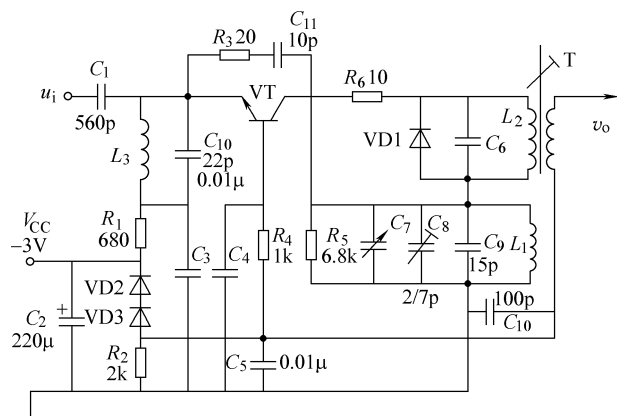


图 21-52 FM 收音机变频电路常用的晶体管共基极混频器电路

52. 结型场效应晶体管混频器电路

结型场效应晶体管混频器电路如图 21-53 所示。

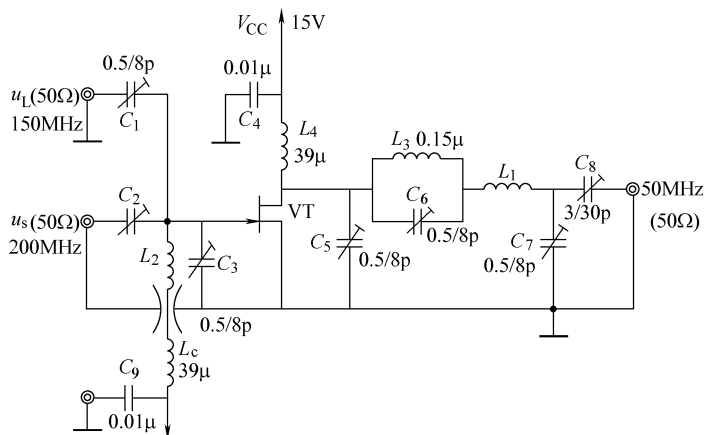


图 21-53 结型场效应晶体管混频器电路

流中组合频率分量少, 干扰小; 对本振电压振幅要求不很严格, 不会因 U_{lm} 小而失真严重; 且 u_s 与 u_l 的隔离性能好, 频率牵引小。

56. 可控增益放大器电路

可控增益放大器是自动增益控制电路的执行单元, 控制放大器增益的方法主要有两种: 一种方法是通过改变放大器本身的某些参数, 如发射极电流、负载、电流分配比、恒流源电流、负反馈大小等等来控制其增益; 另一种方法是插入可控衰减器来改变整个放大器的增益。

差分放大器发射极负反馈增益控制电路图 21-57 所示。

元件参数参考数值如下:

- 1) 晶体管为 3DG6 $\times$ 2, 二极管为 2CP41。
- 2) 电阻: $R_{c1}=R_{c2}=5.1k\Omega$, $R_{e1}=R_{e2}=R_{e2}=1k\Omega$ 。

VT1 和 VT2 组成差分放大器, 信号从 VT1、VT2 的两个基极双端输入, 从两个集电极双端输出, 控制信号 u_c 从 VT3 的基极注入。两个二极管 VD1、VD2 和电阻 R_{e1} 、 R_{e2} 构成发射极负反馈, 且有 $R_{e1}=R_{e2}=R_e$, $R_{c1}=R_{c2}=R_c$ 。二极管 VD1、VD2 导通与否取决于 R_{e1} 和 R_{e2} 上的压降。

当控制电压 u_c 很小时, I_{c3} 很小, 流经 R_{e1} 和 R_{e2} 上的平均电流各为 $I_{c3}/2$ 。如 $I_{c3}R_e/2$ 小于二极管导通电压, 则二极管 VD1、VD2 截止, 这时差分放大器增益最小, 当控制电压 u_c 逐渐增大, I_{c3} 增加, 使 $I_{c3}R_e/2$ 大于二极管导通电压, 则 VD1、VD2 导通, 导通电阻 r_d 将随着导通电流 I_D 的增加而减小。

可见, 利用这种电路进行增益控制时, 控制电压 u_c 应随着输入信号增大而减小。

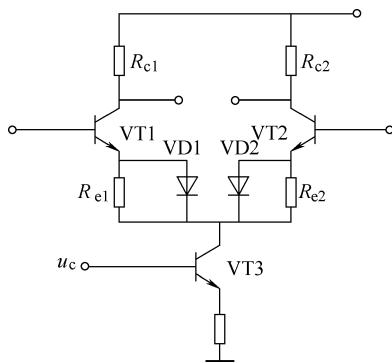


图 21-57 差分放大器发射极负反馈增益控制电路

57. 延迟 AGC 电路

自动振幅控制电路通常称为自动增益控制电路。它主要用于接收机中, 使整机在输入信号振幅变化时保持输出电压振幅不变。保证接收机对不同远近和不同强弱的电台信号, 有近似相同的接收效果。延迟式 AGC 的原理电路如图 21-58 所示。

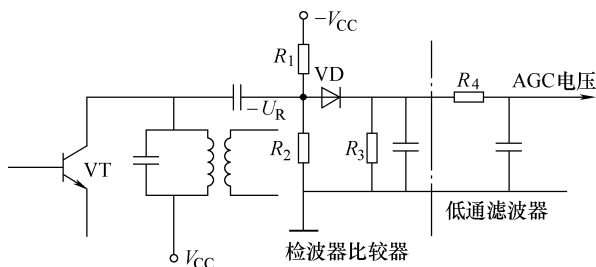


图 21-58 延迟式 AGC 原理电路图

中频放大器的输出信号一路送给信号检波, 另一路送给自动增益控制电路 (AGC) 检波器。当信号幅低于比较电压 U_R 时, 二极管处于截止状态, 无 AGC 电压输出, 当中频放大器的输出电压振幅高于比较电压 U_R 时, 二极管导通, 有检波电压输出。经低通滤波, 并送给直流放大器进行放大, 得到误差控制电压, AGC 环路工作, 自动调节中频放大器的放大倍数, 使输出电压的幅值近于不变。

58. 自动相位控制电路 (锁相环路)

KD8041 集成锁相环路构成的锁相环路如图 21-59 所示。

KD8041 集成锁相环路的结构如点划线框内电路所示。

鉴相器为双平衡模拟乘法器, 端脚 ⑦、⑫ 为信号输入端, 输入信号的幅值范围为 $0.2 \sim 500mV$ 。C₅、C₆ 为耦合电容, 容量为 $0.01\mu F$ 。⑩和⑪为开关信号输入端, 通过外接电容 C₃ 与压控振荡器输出端 16 相连。⑧、⑨为低通滤波器外接端。一般多采用比例积分滤波器。内部电阻为 $8k\Omega$, 外接电阻 R₃ 通常取

$100\Omega \sim 1\text{k}\Omega$ 。 C_1 根据需要而定。 A_1 、 A_2 为放大器，用来放大鉴相后的信号。 $\textcircled{6}$ 脚为鉴相输出。鉴相器也可单独使用。

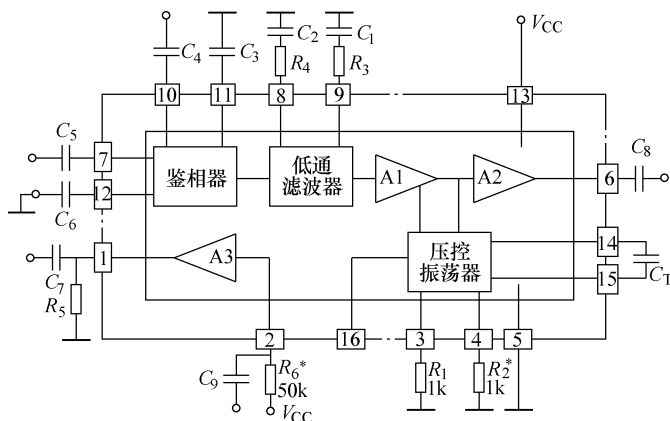


图 21-59 国产 KD8041 集成锁相环路

压控振荡器为射极定时多谐振振荡器，其自由振荡频率 f_0 的大小由定时电容 C_T 和定时电阻 R_1 、 R_2 决定。通常 f_0 与 C_T 以及 R_1 、 R_2 成反比，在 $R_1 = R_2 = 1\text{k}\Omega$ 时， $f_0 = 200\text{MHz}$ 。 C_T 单位为 pF 。 R_1 、 R_2 一般取 $500\Omega \sim 3\text{k}\Omega$ 。 R_2^*/R_1 减小时跟踪范围变宽。 $\textcircled{16}$ 脚为压控振荡器输出端。

本电路可保持压控振荡器输出端 $\textcircled{16}$ 的信号与输入信号的相位跟踪，若输入信号为调制信号， $\textcircled{6}$ 脚输出解调信号。

A_3 为独立放大器， $\textcircled{2}$ 脚为输入端。 R_6^* 为偏置电阻，一般可取 $50\text{k}\Omega$ 。 $\textcircled{1}$ 为输出端。 R_5 为射极电阻，一般可取 $1\text{k}\Omega$ 。 A_3 可作为压控振荡信号或调频解调信号的放大，使用十分方便。

59. 交流电压表电路

由运算放大器、二极管整流桥和直流毫安表组成的交流电压表如图 21-60 所示。

图 21-60 中，运算放大器采用 LM324。

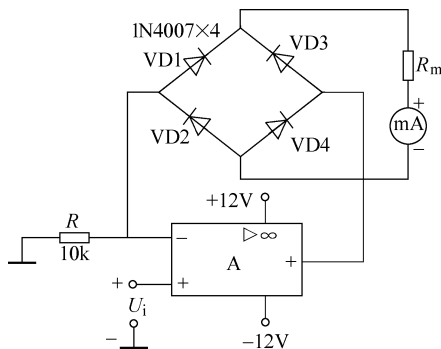


图 21-60 交流电压表

被测交流电压 U_i 加到运算放大器的同相端，故有很高的输入阻抗，又因为负反馈能减小反馈回路中的非线性影响，故把二极管桥路和表头置于运算放大器的反馈回路中，以减小二极管本身非线性的影响。

电流 I 全部流过桥路，其值仅与 U_i/R_i 有关，与桥路和表头参数（二极管的死区等非线性参数）无关。表头中电流与被测电压 U_i 的全波整流平均值成正比。被测电压的上限频率决定于运算放大器电路的频带和上升速率。

60. 交流电流表电路

由运算放大器、二极管整流桥和直流毫安表组成的浮地交流电流表电路如图 21-61 所示。

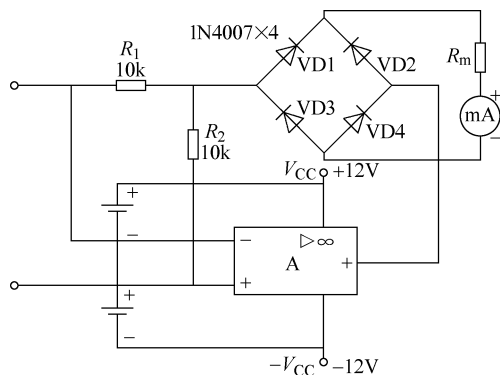


图 21-61 交流电流表

图中，运算放大器采用 LM324。

61. 直流电压表电路

同相端输入，用毫安表头构成的直流电压表电原理图如图 21-62 所示。

图中，运算放大器采用 LM324。

为了减小表头参数对测量精度的影响，将表头置于运算放大器的反馈回路中，只要改变一个电阻，就可进行量程的切换。电流表头在电阻确定后可直接用电压值标定。

应当指出：图中电路适用于测量与运算放大器电路共地的有关电路。此外，当被测电压较高时，在运放的输入端应设置衰减器。

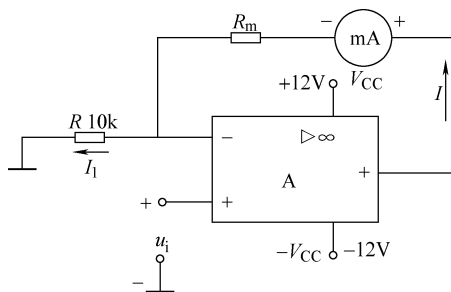


图 21-62 同相端输入直流电压表电原理图

62. 直流电流表电路

由运算放大器、直流毫安表组成的浮地直流电流表电路如图 21-63 所示。

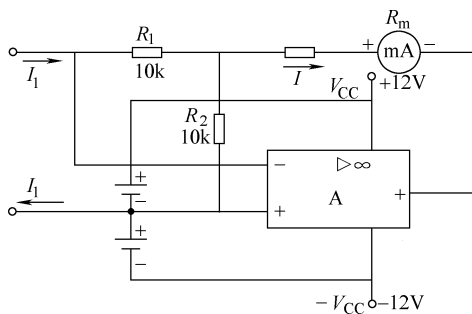


图 21-63 直流电流表

图中，运算放大器采用 LM324。

在电流测量中，浮地电流的测量是普遍存在的，例如：若被测电流无接地点，就属于这种情况。为此，应把运算放大器的电源也对地浮动，按此种方式构成的电流表就可像常规电流表那样，串联在任何电流通路中测量电流。

改变电阻比（ R_1/R_2 ），即可调节流过电流表的电流，以提高灵敏度。如果被测电流较大时，应给电流表表头并联分流电阻。

第 22 章 环保美化电路

1. 家用多功能环保电路

随着液化气、煤气等工业气体燃器具的增加,一些易燃、易爆及有害气体的存在已成为不可忽视的问题。家用多功能环保器具有对有害气体声光报警、自动排风换气的功能,下面就其工作原理作简单介绍。多功能环保器的电路如图 22-1 所示。

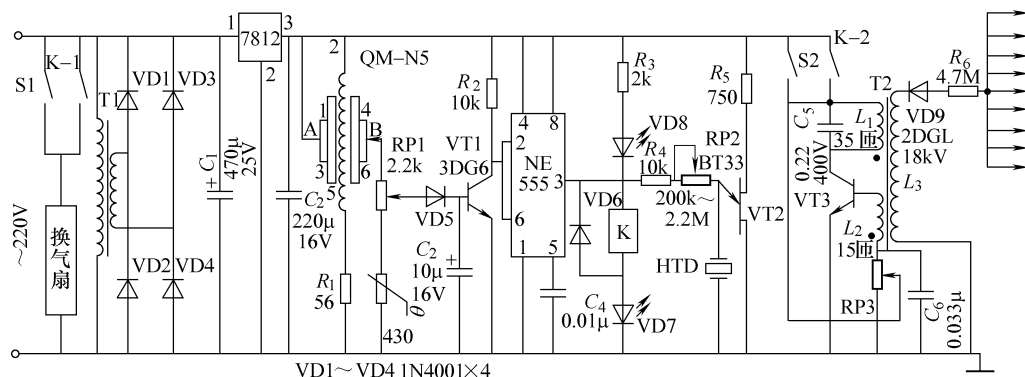


图 22-1 家用多功能环保器电路

气敏声光报警：由三端稳压器 7812 输出 12V 的直流电压,供给气敏元件 QM-N5 的加热极。QM-N5 对煤气、液化气、一氧化碳及烟雾很敏感,当室内有害气体的浓度增加到一定程度时,其 A、B 极间的电导率增大,导致 B 点电位升高。该检测信号经延时加至 VT1,使 VT1 饱和导通,此时 NE555 的第②、⑥脚由高电平变为低电平,③脚输出高电平,于是发光管 VD8 熄灭,VD7 亮点。同时以 VT2 等组成的弛张振荡器起振,压电片 HTD 发出有节奏的报警声,完成声光报警。

自动排风换气：在声光报警同时,继电器动作,此时与换气扇相连的 K-1 吸合进行排风换气。反之,当有害气体的浓度降到一定值时,换气扇自动断电,并解除声光报警。

清新空气的产生：清新的空气是通过开放式负离子发生器产生的。在继电器动作的同时,也使 K-2 吸合,以 VT3 为主要元器件组成的多谐振荡器起振,在变压器 T2 的二次绕组整流输出负高压,经放电场放电,使空气电离。所产生的空气负离子具有捕俘飘尘、杀菌和中和有害气体的作用,能使空气清新并有利于健康。放电端采用了开放多板式,以提高负离子的发送率和扩散面积。

该家用多功能环保器的特点是电路比较简单,对所用元器件的要求并不高,却有比较好的效果。

2. 水果冷藏保鲜电路

该电路可实现温度的区间性控制,比如使温度在 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 之间周而复始地上下徘徊。上限和下限温度可随意设置,由传感器夹持在温度计玻璃棒上的部位设定。

水果冷藏保鲜温度电路如图 22-2 所示。其工作原理说明如下:

1) 当温度高于 5°C 时,上限传感器 VT1 因水银柱挡光而输出高电平;晶体管 VT3 导通,继电器 K 吸合,触点 K 闭合,制冷设置加电制冷。

2) 当温度降到 5°C 时,上限温度传感器虽输出低电平,但由于 K 闭合,VT2 截止,输出高电平,通过 VD3 使 VT3 保持导通,继续制冷降温。

3) 当温度降低到低于 0°C 时,上、下限温度传感器均输出低电平,晶体管 VT3 截止,继电器 K 释放,常开触点断开,制冷停止。

4. 电子胸花电路

如果做一束闪闪发光的胸花戴在胸前,显得更加高雅华贵。

图 22-4a 为佩带胸花的实际图形,图 22-4b 所示是双色互换电子胸花电路图。它可以交替发出不同颜色。图示电路是一个多谐振荡器,两只晶体管 VT1 和 VT2 轮流导通,发光二极管也互相轮流导通。发光二极管如需红绿交替,可选用 LED1 (红)、LED2 (绿),它们的正向工作电流为 5mA,极限工作电流为 20mA;两个晶体管的特性应尽可能一致, β 应大于 80。如果特性不一致,可适当改变 39k Ω 电阻的阻值。

图示电路的工作电流约 10mA 左右,6s 钟内每只发光二极管回动约 2~6 次。

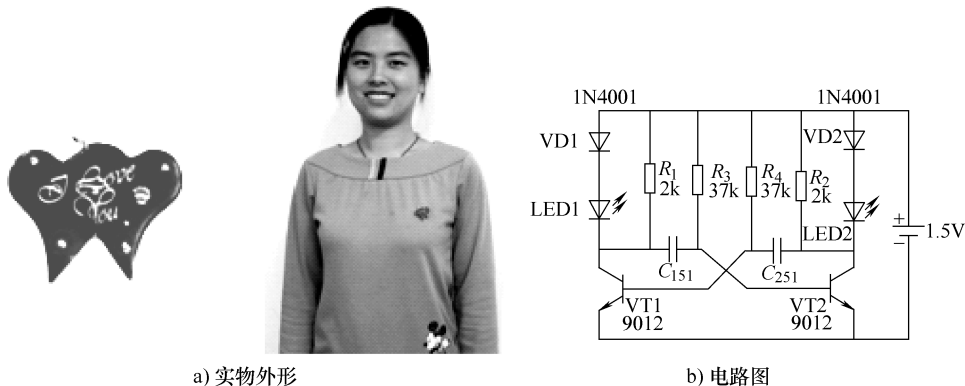


图 22-4 电子闪光胸花电路

5. 臭氧消毒电路

为了保持清新的空气,必须对环境定期消毒,臭氧消毒电路可以实现这一功能。

(1) 电路的组成 臭氧消毒电路由电源电路、定时控制电路和臭氧发生器电路组成,如图 22-5 所示。

电源电路由电源开关 S、电源变压器 T1、整流桥 VD1~VD4,滤波电容器 C₁ 组成。

定时控制电路由电阻器 R、电位器 RP、电容器 C₂~C₄、时基集成电路 NE555、控制按钮 SB、继电器 K 和二极管 VD5 组成。

臭氧发生器电路由 K 的常开触头、间歇振荡器、专用集成电路、发光二极管 LED1、LED2、升压变压器 T2 和臭氧管 VG 组成。

(2) 电路工作原理 交流 220V 电压经 T1 降压后在绕组 W2、W3 上分别产生交流 12V 电压。绕组 W2 上的交流 12V 经整流桥及 C₁ 滤波后产生+12V 电压,作为定时控制电路的工作电源;绕组 W3 上的交流+12V 电压经 TWH9223 内部的整流、滤波电路处理后,使 TWH9223 内部间歇振荡器振荡工作,在它的二次绕组(绕组 W5)上产生高频脉冲高压,臭氧管 VG 在该脉冲高压的作用下产生臭氧。

消毒时,按一下控制按钮 SB,使 NE555 的③脚输出高电平,K 通电吸合,臭氧发生器电路通电工作,C₂ 通过 RP 充电。当定时时间结束(C₂ 两端电压充至 8V 以上)时,NE555 内电路翻转,③脚输出低电

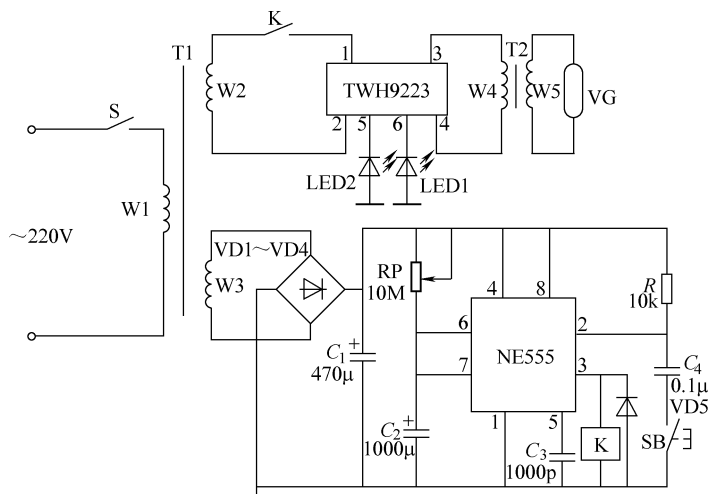


图 22-5 臭氧消毒器电路

平, 使 K 释放, 臭氧发生器电路断电停止工作。

改变 RP 的阻值, 可改变 C_2 的充电时间常数, 从而改变定时时间的长短。

LED1 为电源指示发光二极管, 在 S 接通后点亮; LED2 为工作指示灯, 在 K 通电吸合时点亮。

6. 净化空气换气扇电路

给普通换气扇加装一套自控装置就成为自控换气扇。这套装置在感受到炒菜油烟、香烟、雾等有刺激性气味的气体时, 能够自动接通换气扇的电源, 待将厨房内的污浊空气抽净后, 又能自动关闭。

图 22-6 是自控换气扇的

电路图。电路由一级差分放大器和继电器控制电路构成。传感器件采用 HQ-2 型气敏半导体传感器, 它具有灵敏度高, 响应和恢复时间短, 电导率变化大、稳定性好等优点, 对于有毒及可燃性气体, 如一氧化碳、天然气及烟雾等都具有较高的灵敏度。HQ-2 型气敏半导体器件在

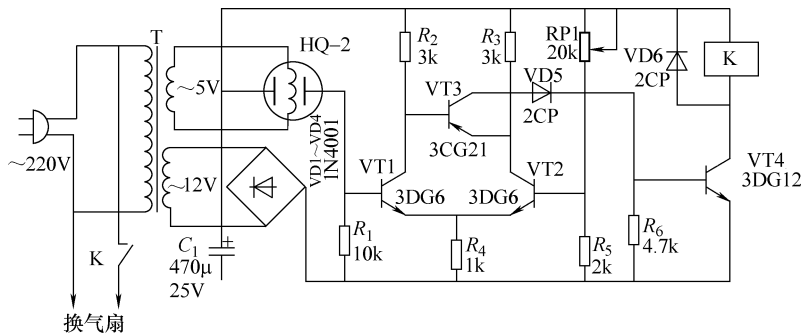


图 22-6 净化空气换气扇电路

使用时需用 5V 左右的电压加热灯丝 (灯丝电流约为 130~150mA), 所以电路中的电源变压器二次侧有两组绕组, 一组输出电压为 5V, 用以加热气敏半导体器件的灯丝, 另一组输出电压为 12V, 经整流后作为电路的工作电源。

差分放大器由晶体管 VT1 和 VT2 构成, HQ-2 与 R_1 、RP1、VT3 共同构成了差分放大器的输入电桥。平时调整 W1 使差分放大器输出负压 (即 VT1 的集电极电压高于 VT2 的集电极电压)。由于晶体管 VT3 的发射结接在差分放大器的输出端, 这个输出负压使 VT3 截止, 此时, VT3 集电极中无电流流过, VT4 也截止, 继电器不吸合。

当 HQ-2 感受到烟雾等有害气体时, 两个测量电极间的电阻值将要变小 (阻值变小的程度与有害气体的浓度成正比)。此时差分放大器的输入电桥改变了原来的状态, 于是 VT1 的集电极电位开始下降, VT2 的集电极电位将要上升。

当室内有害气体的浓度积累到一定程度, 差分放大器的输出电压变为正压 (即 VT2 的集电极电压高于 VT1 的集电极电压) 并且增大到一定程度时, 晶体管 VT3 饱和导通。于是电阻 R_6 上的电压增高, VT4 也饱和导通, 继电器吸合, 将换气扇的电源接通。

随着室内的污浊空气被抽排干净, HQ-2 的两个测量极间的电阻又逐渐增大。当阻值增至一定程度, 将使 VT3 又退出饱和而转为截止, 此时 VT4 也截止, 继电器因断电而释放。

7. 冰箱除臭电路

电子式全自动冰箱除臭器利用臭氧 (O_3) 灭菌、除臭, 其效果优于活性炭除剂。电路如图 22-7 所示, 当打开冰箱门时, 箱内灯光照射到光电接收管 VD1 时, VT1 导通, +6V 电源经 VT1 加到非门 F1, 经 F1 倒相, 输出低电平, VD2 正偏导通, 放掉 C_3 上的电荷, F3 输出高电平, VD3 截止。由 F3~F6 组成多谐振荡器起振, 产生 1850Hz 的方波, 其中 F4~F6 为并联缓冲输出级。方波信号由 R_5 加到 VT2 的基极, 由 VT2 放大驱动, 加到变压器 T 的一次侧, 经变压器升压, 输出高压脉冲加到 O_3 管产生臭氧。

当冰箱门关闭时, VD1 无光照而截止, VT1 也截止。 C_3 开始通过 R_2 缓慢充电。随着 C_3 上的电压的升高, 大约 6min 后, F2 输出低电平, VD3 导通。多谐振荡器停振。

图中 R_1 、 C_1 组成抗干扰电路。S2 为手动除臭开关, 当 S1 置于触点 2 时, S2 起作用。220V 交流电, 经 C_6 降压, VD5~VD8 桥式整流, C_5 滤波, VD9 稳压, 产生 6V 直流电, 供给控制和高压脉冲产生电路。

元器件参数及型号如图 22-7 中所示。其中反相门用六反相器集成电路 CD4069。稳压管 VS 用 2CW16。

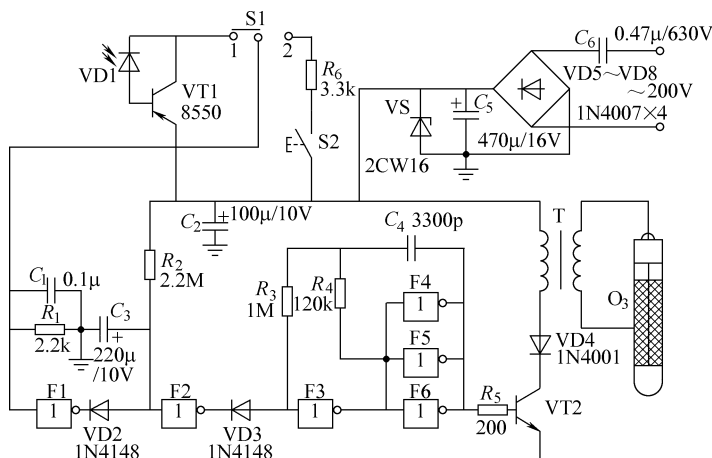


图 22-7 冰箱除臭器电路

8. 负离子发生器电路

空气中的负离子被人们誉为空气维生素。海滨、瀑布附近，每立方厘米空气中约有 10000 个负离子，而在一般城市房间中，负离子含量每立方厘米只有 40~50 个。实验证明，空气中的负离子是使空气产生清新感的重要因素。空气负离子发生器不仅是一种保健器具，而且是一种医疗器具。

这里介绍的负离子发生器采用多倍压升压电路,直接将 220V 交流电压升压而得到高压,由放电极放电,激发空气产生负离子。该电路具有制作简单、调试容易、质量轻、体积小、耗电省等优点,整机耗电仅 0.1W 左右。

电路如图 22-8 所示,制作时,电容器耐压不得低于图 22-8 中所注,二极管可选用 1N4007 高耐压管子。放电极可用铝板与多枚大头针制作。

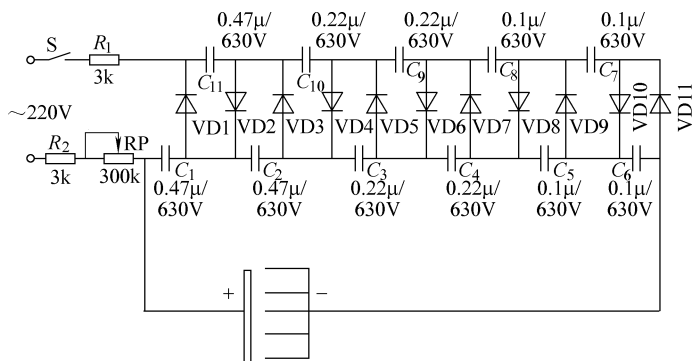


图 22-8 负离子发生器电路

9. 公厕自动冲水电路

该电路通过电磁阀定时放水冲厕,白天放水次数多,晚间放水时间隔长,同时还具有手动控制放水功能。它的应用可大大减少公厕用水的浪费现象。

电路如图 22-9 所示, 变压器 T、整流桥 VD1~VD4、稳压管 VS、滤波电容 C_1 组成 12V 供电电路。

555 时基电路起控制作用, 它与周围元件构成占空比可自动调整的脉冲信号振荡器。电源接通时, C_2 经 R_1 、VD5 充电, 555 的②脚为低电平, ③为高电平, 电磁阀得电, 放水。 C_2 充电时间为 10s, 因而放水时间也为 10s 左右。 C_2 充电结束, ③脚为低电平, VTH 截止。此后, C_2 经 VD6、 R_3 、 R_2 和内部放电管放电。

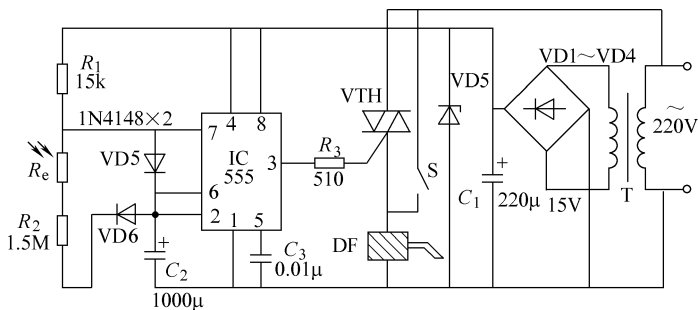


图 22-9 公厕自动冲水电路

白天有光照，光敏电阻 R_G 阻值为

5k Ω , C_2 放电时间为 15min; 夜间无光照时, RG 为 5M Ω , C_2 放电时间为 1h, 放电结束。③脚又变为高电平 VTH 导通, DF 得电放水, 这样周而复始, 白天 15min 放水冲厕一次, 晚上 1h 冲厕一次, 从而达到节水的目的。

图中 S 为手控开关, 用来手控放水冲厕。IC 选用 NE555 时基电路, VTH 用 3A/600V 双向晶闸管, RG 选用 MG-43 型光敏电阻, 亮阻为 5k Ω , 暗阻为 5M Ω , 其他元件如图 22-9 所示。

10. 有害气体排除电路

该装置是一种根据环境温度和气味决定排气扇是否工作的自控装置, 设定值可以在大范围内连续可调。电路比较简单, 制作调试容易、成本较低。

(1) 电路工作原理 电路原理图如图 22-10 所示。S 是气敏传感器, 其 A、B 两端的电阻值随周围有害气体的浓度不同而不同。浓度低时, 电阻值较大, 反之, 则较小。运算放大器 A1 构成一个比较器, 鉴别气传感器电阻值的大小。当有害气体达到一定浓度时, A1 输出高电平, 通过 VD3、 R_7 触发晶闸管 VTH 导通, 排气扇通电工作; 而当有害气体的浓度下降到一定程度时, A1 输出低电平, VTH 关闭, 排气扇停转。这样, 使空气中的有害气体浓度得到控制, 同时排气扇不致持续工作。

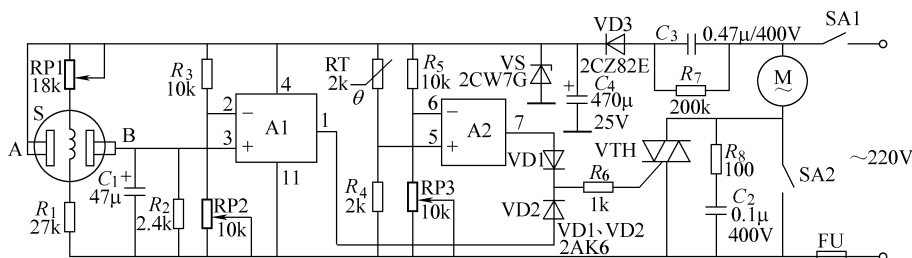


图 22-10 有害气体自动排除控制电路

热敏电阻 RT 为温度传感器, RT 的阻值变化反映环境温度变化。A2 的作用与 A1 相似, 通过 VD3、 R_7 、VTH 控制排气扇的工作。温度偏高时, 排气扇工作; 反之, 排气扇停转。

电路的直流电源由交流 220V 市电经 C_3 降压、VD5 半波整流、 C_2 滤波和 VD1 稳压处理后供给。 R_8 是 C_3 上电荷释放电阻。

(2) 元器件选用 S 选用 QM-N5 型气敏半导体器件, RT 为 NTC 热敏电阻, 可采用 MF51 型, A1 和 A2 可用四运算放大器 LM324 中的任意两只运放。双向晶闸管的耐压大于 500V, 额定电流应根据排气扇的功率确定。 C_3 要用无极性电容。其余元器件参数如图 22-10 所示参数选用。

(3) 制作调试 装置工作时本身也会产生一定的热量, 应将热敏电阻放在机外能反映环境整体温度的地方。如果机壳通气较好, 则气敏传感器可以放在机内, 否则也应放到机外。

整机装配好后, 要进行认真检查, 确认接线无误后再通电调试。电路与市电网之间没有电气上的隔离, 因此, 调试过程中触摸元器件时最好切断电源, 防止触电。检查直流工作电源, 可用万用表测试两端电压, 是否达到额定电压值。通电半小时以内 VD1 不应过分发热。

可用如下方法检查比较器是否正常工作: 把运放的正向端从电路中断开, 然后通过一只 10k Ω 电阻接电源正端, 输出应为高电平; 接电源地端, 输出则为低电平。调节 RP2、RP3 的阻值, 能够分别改变有害气体浓度和环境温度的设定值。如无进行调试的模拟环境条件, 应采取一定的加温措施。

11. 室内空气自动加湿器电路

自动控制加湿器可用于办公室、家庭的环境湿度控制, 也可以用于禽类养殖场的孵化室或幼禽舍湿度控制。当湿度低于 50% 时, 能使加湿器自动工作, 保持在一定的湿度环境, 对人与动物的健康都有好处。

(1) 电路组成 湿度控制器电路由电源电路、湿度检测、指示电路和湿度控制电路组成, 如图 22-11 所示。电源电路由电源变压器 T、整流桥 UR1、滤波电容器 C_1 、 C_2 、电阻器 R_8 、发光二极管 LED 和三端稳压集成电路 IC1 (LM7812) 组成。

湿度检测与指示电路由电源变压器 T 降压 8V、电阻器 $R_1 \sim R_4$ 、稳压二极管 VS1、VS2、电位器 RP1、

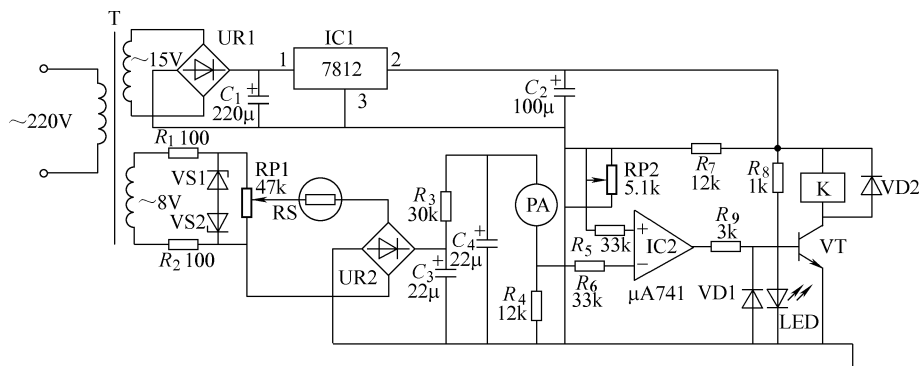


图 22-11 空气自动加湿器电路

湿敏电阻器 RS、整流桥 UR2、电容器 C_3 、 C_4 和电流表 PA 组成。

湿度控制电路由运算放大器 IC2 ($\mu A741$)、电阻器 $R_5 \sim R_7$ 、 R_9 、二极管 VD1、VD2、晶体管 VT 和继电器 K 组成。

(2) 电路工作原理分析 交流 220V 电压一路经 T 降压、UR1 整流、 C_1 滤波及 IC1 稳压后，产生 +12V 电压供给湿度控制电路，同时将 LED 点亮；另一路经 T 降压、 R_1 和 R_2 限流及 VS1、VS2 稳压、削波变成平顶式交流电压。此交流电压经 RP1 调整取样、RS 降压及 UR2 整流变成直流电压，再通过 C_3 、 R_3 和 C_4 滤波限流后，加至电流表 PA 上。RS 的阻值随着湿度的变化而变化。环境湿度越高，RS 的阻值越小，流过 PA 的直流电流就越大。

在湿度较低时，流过 R_4 的电流也较小，IC2 因反相输入端的电压低于正相输入端的基准电压而输出高电平，使 VT 导通，K 吸合，其常开触头接通，使加湿器通电工作。随着空气湿度的不断加大，RS 的阻值也开始逐渐增大，IC2 反相输入端的电压也不断上升。当湿度达到设定湿度时，IC2 因反相输入端电压高于其正相输入端电压而输出低电平，使 VT 截止，K 释放，其常开触头将加湿器的工作电源切断。如此反复地工作，即可使环境湿度控制在设定的湿度范围内。

(3) 元器件选择 $R_1 \sim R_3$ 均选用 1W 金属膜电阻器； $R_4 \sim R_9$ 选用 1/4W 碳膜电阻器或金属膜电阻器。

RS 选用 MS01B 型湿敏电阻器，在环境湿度为 70% 时，其阻值为 40k Ω 左右。

RP1 和 RP2 均选用多圈电位器。

C_1 选用耐压值为 25V 的铝电解电容器； $C_2 \sim C_4$ 均选用耐压值为 16V 的铝电解电容器。

VD1~VD5 均选用 1N4001 型硅整流二极管；VD6 选用 1N4148 型硅开关二极管。

VS1 和 VS2 均选用 1/2W 或 1W、6.2V 的硅稳压二极管，例如 2CW14、1N4735 等型号。

LED 选用 $\Phi 3\text{mm}$ 的发光二极管。

UR 选用 1A、50~100V 的整流桥堆。

VT 选用 C8050 或 8050 型硅 NPN 晶体管。

IC1 选用 LM7812 型三端稳压集成电路；IC2 选用 $\mu A741$ 型运算放大器集成电路。

K 选用 4098 型 12V 直流继电器。

T 选用 3~5W、二次电压为 8V 和 15~17V 的电源变压器。

PA 选用 50mA 电流表。

(4) 电路调试 电路安装完毕后，先接通加湿器的工作电源，将室内空气湿度调整在 50% 左右，然后接通湿度控制器电源，调节 RP1，使 PA 的指针指在 10 μA 刻度上，在表盘上将这一刻度标注为 50% 湿度。

再分别将空气湿度调整到 60% 和 70%，在 PA 的表盘上相应的点依次标注为 60% 湿度和 70% 湿度。

将加湿器接通 K 常开触头的受控电源插座上，先调节 RP2 的阻值，使 VT 导通，K 吸合，加湿器工作，此时可见 PA 的表针偏转角度开始增大。当指针指至 65% 湿度处时，再微调一下 RP2 使 K 释放，加湿器停止工作。再反复细心调节两次，使 PA 的指针稳定地指在 65% 湿度左右即可。

12. 电子生日蜡烛电路

图 22-12 是电子生日蜡烛的电路原理图。根据生日蜡烛的要求，应在点燃后奏乐、闪烁并能吹灭。为

此,用温控开关 S1 控制晶闸管 VTH 的触发回路,点燃的火柴靠近温控开关 S1 后,S1 受热,其双金属片延伸与静触点接触,触发晶闸管 VTH 导通,VTH 导通后自保,EL 常亮,音乐卡电路通电工作,压电陶瓷片 HTD 放音乐,发光二极管 LED1、LED2、LED3 点亮并随音乐节奏闪烁。开关 S2 是灵敏风动开关,吹口气就能使晶闸管 VTH 因 S2 断开失电而恢复阻断状态。

电子生日蜡烛中开关 S1、S2 需自制,S1 用日光灯启动器中的氖泡中双金属片改制,S2 用薄磷铜片自制,用厚 0.15mm 左右 5mm×30mm 的铜片与一段裸钢丝制作。S1、S2 均装在蜡烛顶部,使燃点及吹灭时逼真。

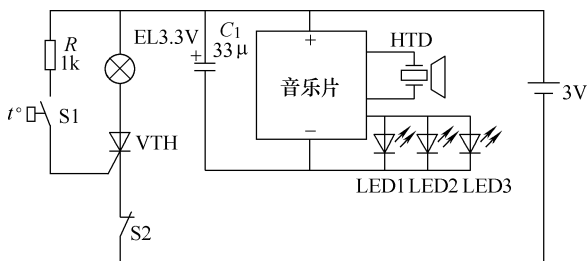


图 22-12 电子生日蜡烛电路

13. 手纸盒无纸提示电路

纸盒附加“缺纸”提示装置,利用小巧的普通“叮咚”音乐门铃、小型发声玩具、旧音乐贺卡等作提示发声装置,与手纸盒上的检测开关(自制)连接而制成。

小型电子发声装置内部构造大同小异,皆由音乐集成电路 IC、扬声器等组成。在与手纸盒“结合”前,应先自制一个纸盒“有纸,无纸”检测开关装置,如图 22-13 所示。

当盒内有纸时,盒内储纸外露部分将两个图钉帽隔离,发声装置因无通路而处于“待机”状态。当纸用完时,两图钉帽因无纸隔断而相碰。接通发声装置电源,使其发出提示声,直至纸盒内有纸为止。若采用的是金属纸盒,则附加的“检测”开关应改变制作办法:先在金属盒小的圆形敷铜板上焊上引线,将铜板绝缘面用胶与纸盒出纸口盖口边中部粘固,再按上述方法引线至发声装置并连接,即可正常使用了。

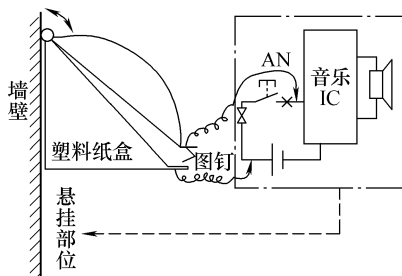


图 22-13 手纸盒无纸提示电路

14. 五颜六色闪光装饰电路

如图 22-14 所示,一个具有红、黄、绿、蓝和琥珀 5 种颜色的闪光装饰品电路,它主要由 6 个张弛振荡器和 6 只发光二极管组成。每只发光二极管发光的时间和频率,由所对应的张弛振荡器产生的脉冲宽度和频率确定。因为每只振荡器的反馈电阻的阻值都不一样,所以每只发光二极管发光次数、时间、颜色各不相同,看起来五彩缤纷,眼花缭乱。

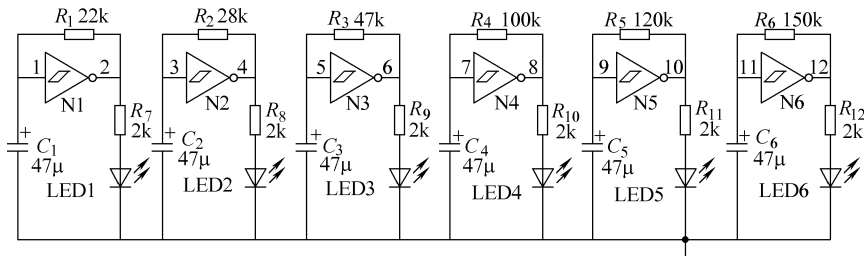


图 22-14 五颜六色闪光装饰电路

图中的 6 张弛触发器使用一片集成电路 CC40106 即可。

15. 水壶烧水去污垢电路

电水壶或热水器在使用一段时间后,会在水壶或贮水桶的内侧形成一层厚厚的水垢,这既影响了水的质量,又延长了水烧开或水加温的时间,手工清除水垢费时费力且效果不佳。

本例介绍的水垢清除电路,利用水电解时产生的氧气和氢气,能使水垢软化疏松并脱落,使用方便,容易操作。

(1) 电路组成 该水垢清除器电路由电源电路、定时器、多谐振荡器和控制执行电路组成,如图 22-15 所示。电源电路由电源变压器 T、整流桥堆 UR、滤波电容器 C_1 、 C_2 、三端集成稳压器 IC1、限流电阻器 R_1 和电源指示发光二极管 LED1 组成。

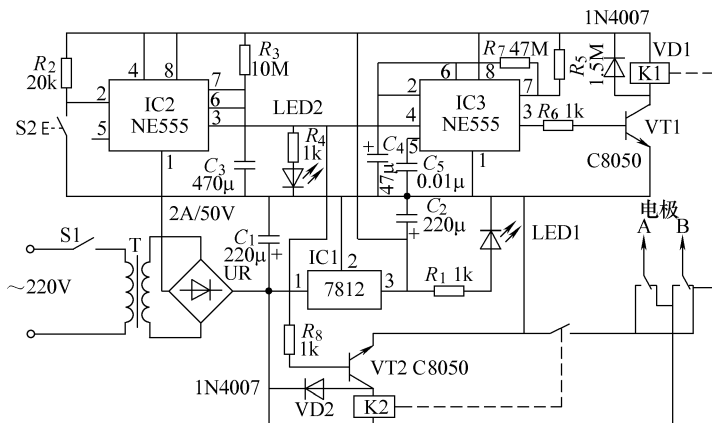


图 22-15 水壶烧水去污垢电路

定时器电路由时基集成电路 IC2、起动按钮 S2、电阻器 R_2 、 R_3 、电容器 C_3 、限流电阻器 R_4 和发光二极管 LED2 组成。

多谐振荡器电路由时基集成电路 IC3、电阻器 R_5 、 R_7 和电容器 C_4 、 C_5 等组成。

控制执行电路由晶体管 VT1、VT2 和继电器 K1、K2 组成。

(2) 电路原理 使用该水垢清除器时,应将水壶装满淡盐水,然后将电极 A 与水壶的金属外壳连接,电极 B (应使用碳棒等耐腐蚀性电极) 用纱布包好后放入水壶中。

接通电源开关 S1 后,交流 220V 电压经 T 降压、UR 整流及 C_1 滤波后,产生直流 20V 电压。该电压除供给继电器 K2 外,还经 IC1 进一步稳压为 +12V,作为 IC2、IC3 和 K1 的工作电源。电源电路工作后,LED1 点亮。

按动起动按钮 S2 后,定时器电路工作,IC2 的③脚输出高电平,一方面使 VT2 导通,K2 吸合,其常开触头接通,直流 220V 电压经过 K1 的常闭触头和 K2 的常开触头加在两电极上,对水壶的水进行电解处理;另一方面使多谐振荡器振荡工作(其振荡频率由电容器 C_4 的容量值决定),IC3 的③脚输出矩形波振荡信号,VT1 间断导通,使继电器 K1 与其同步吸合与释放,切换两电极上电压的极性。在定时器工作时,定时指示发光二极管 LED2 点亮。

水垢清除器工作 90min 后,定时器停止工作,IC2 的③脚变为低电平,使 LED2 熄灭,VT2 截止,K2 释放(多谐振荡器也停振),切断两电极的电源,除垢结束。

16. 电子喷泉电路

高频压电陶瓷片产生超声波,水在高频高压超声波的作用下产生空化效应,从而产生喷泉和水雾。

电子喷泉与盆景艺术相结合,可以产生喷云吐雾的效果,使人感觉到了人间“仙境”,同时利用它加热湿气,是干燥地区室内理想的加湿保健工具。

图 22-16 为电子喷泉的电原理图,电源电压经变压器降压、桥式整流得到脉动直流电,供给振荡电路。以 VT、HTD 为核心构成振荡电路,振荡频率为压电陶瓷片的谐振频率 1.65MHz,HTD 实为超声波换能器,工作时它置于产生的超声波使水雾化。

制作时,对 VT 有特殊要求: $BV_{ceo} > 150V$, $V_{ces} < 3V$, $f_i \geq 10MHz$, $I_{cm} = 5A$, $B > 25$,可采用 BU406D、3DA27B 等管。HTD 是谐振频率为 1.65MHz 的专用压电陶瓷片,外径 20~30mm,与普通压电陶瓷片相似,但二者不能相互替代。 L_2 用 $\phi 0.6mm$ 左右的漆包线在 $\phi 10mm$ 的骨架上绕 2 圈,脱胎成空芯

线圈。 L_1 用 $\Phi 0.6\text{mm}$ 漆包线在 $\Phi 12\text{mm} \times 10\text{mm}$ 圆形工字型磁心上绕 20 圈左右。电源变压器要求功率大于 25W ，二次侧电压 $36 \sim 38\text{V}$ ，绕线选用 $\Phi 0.56\text{mm}$ 以上。VT 应加上适当的散热片。调试及正常工作时，HTD 必须置于水中，否则极易损坏。

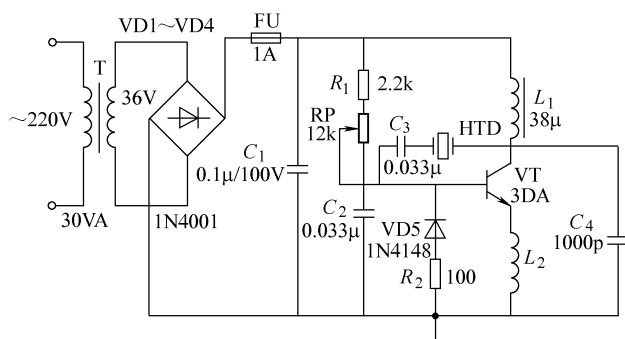


图 22-16 电子喷泉电路

17. 高温杀菌消毒电路

本电路在消毒柜内温度达到所设定的消毒温度 (150°C) 时，电加热器间歇通电工作，消毒柜内保持恒定高温；当定时时间结束时，加热电路的工作电源自动切断。该消毒柜可用于碗、筷等餐具的消毒灭菌。

(1) 电路组成 该高温消毒柜电路由电源电路、指示电路和控制电路组成，如图 22-17 所示。

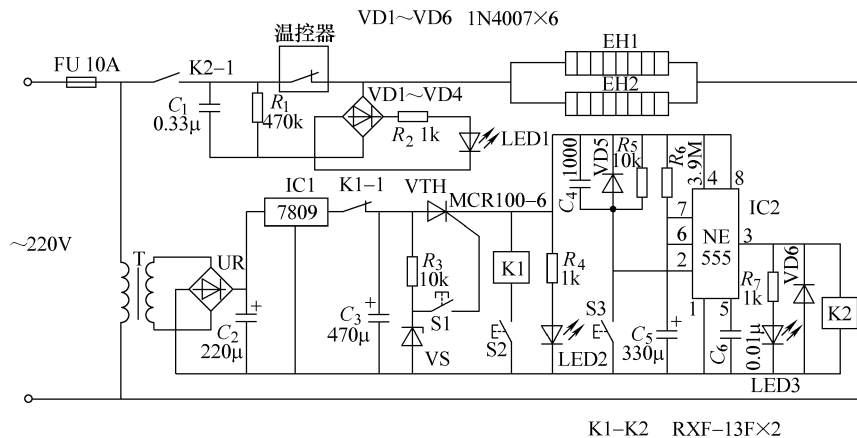


图 22-17 高温杀菌消毒电路

电源电路由熔断器 FU、电源变压器 T、整流桥堆 UR、三端稳压集成电路 IC1 和滤波电容器 C_2 、 C_3 组成。

指示电路由发光二极管 LED1~LED3 和整流二极管 VD1~VD4，电阻器 R_1 、 R_2 、 R_4 、 R_7 ，降压电容器 C_1 等组成。

控制电路由晶闸管 VTH，继电器 K1、K2，时基集成电路 IC2，控制按钮 S1~S3，温控器电阻器 R_3 、 R_5 、 R_6 ，二极管 VD5、VD6 和稳压二极管 VS 等组成。

(2) 工作原理 交流 220V 电压经 T 降压、UR 整流、 C_2 滤波及 IC1 稳压后，产生 +9V 电压，经 K1 的常闭触头加至 VTH 的阳极上。按动电源按钮 S1 后，VTH 受触发而导通，IC2 的工作电源接通，同时 LED1 点亮。再按动启动按钮 S3 时，IC2 因②脚变为低电平而触发翻转，延时电容器 C_5 上所充电荷经 IC2 第⑦脚内部的放电电路泄放掉，IC2 的⑥脚由高电平变为低电平，③脚输出高电平，使 K2 吸合，其常开触头接通，电加热器 EH1、EH2 通电工作；同时 LED3 点亮。

当消毒柜内温度达到消毒温度时，温控器内部的控制触头断开，使 EH1 和 EH2 停止加热，同时 LED1

点亮，LED3 熄灭；当消毒柜温度低于消毒温度时，温控器内部的控制触头又接通，使 EH1 和 EH2 通电加热，LED3 点亮，LED1 熄灭。如此周而复始，使消毒柜内的温度保持恒温。

在 K2 吸合的同时，+9V 电压经 R_6 对 C_5 缓慢充电，使 IC2 的⑥脚电压不断上升。当 IC2 的⑥脚电压高于 $2V_{CC}/3$ 时，IC2 内电路触发翻转，③脚变为低电平，使 K2 释放，LED1 和 LED3 熄灭，EH1 和 EH2 的工作电源被切断，消毒过程终止。

在消毒加热过程中，若按动停止按钮 S2，则 K1 吸合，其常闭触头断开，使 VTH 截止，IC2 停止工作。

若温控器失灵，EH1 和 EH2 持续工作，使消毒柜内温度超过 150°C 时，FU 将立即熔断，使整个电路停止工作。

18. 燃气烟道式热水器电路

烟道式热水器在质量完全符合国家标准 GB6932—1994 要求的前提下，结合现代家庭需求及时代发展的审美观，造型大方美观，操作简便，设置多重保护装置，是分别使用天然气、液化石油气及人工煤气为燃料的燃气热水器，它可为沐浴、洗手、洗衣及其他洗涤等快速连续地提供热水。电路如图 22-18 所示。

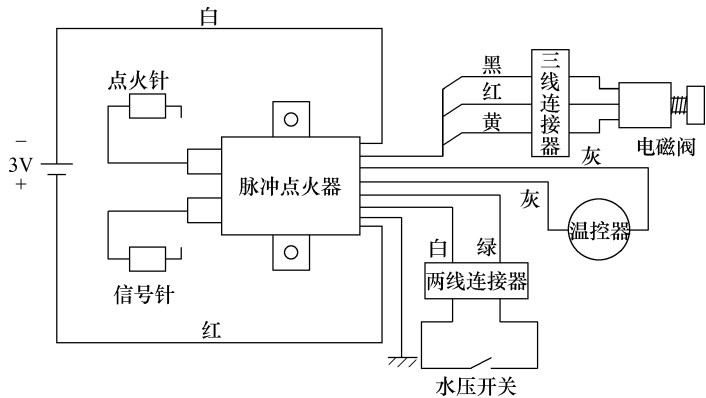


图 22-18 燃气烟道式热水器电路

19. 威格玛抽油烟机电路

威格玛抽油烟机电路如图 22-19 所示，原理如下：按下自动控制器上的开关键，绿色指示灯亮①，3~5min 后本机即开始自动监察室内有害气体（碳氢化合物、一氧化碳）浓度。当气敏装置测到有害气体达到一定浓度值时，红灯亮起，并伴有蜂鸣报警声③，此时本机立即自动运转。当室内有害气体浓度降低后，本机仍会继续运转几分钟，然后停机，回复自左、右风道既可各自独立工作，也可同时工作。要停止运行，按“监控”键，此时整机即进入自动检测状态，实现自动型的“自动”，请再按一下“监控”键，此时键上“监控”指示灯熄灭。“照明”键为一个独立按键，一触灯亮，再一触灯熄。

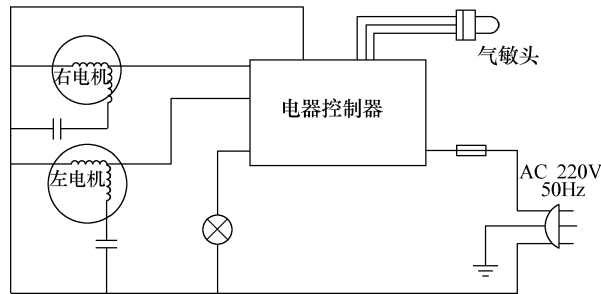


图 22-19 威格玛抽油烟机电路

注：型号不带工的机型没有气敏自动装置。

图 23-2 电子蝇拍电路

电路进一步升压为 1600V 的高压, 经 A、B 送往放电网, 由放电网上的高压电击杀死蚊蝇。

R_1 为晶体管 VT 的基极偏置电阻, 选 $1k\Omega$ 、 $1/8W$ 电阻器, VT 选用 2SC3205, T 用 EE13 铁氧体磁心, L_1 用 $\phi 0.22mm$ 漆包线绕 8 圈, L_2 用 $\phi 0.22mm$ 漆包线绕 22 圈, T3 用 $\phi 0.08mm$ 漆包线绕 1200 圈。VD1~VD5 用 1N4007, $C_1 \sim C_5$ 用 $0.47\mu F$ 630V 金属化纸介电容。

放电网用羽毛球拍改造, 用 $\phi 0.5mm$ 的裸铜线每隔 8mm 拉一条, 挂满整拍, 作为 A 极。再用同样的线, 距已挂好的每条线 4mm 拉一条, 作为 B 极。

为了避免因手误触网线而不会有触电感觉, A、B 两组线不要在同一平面上。

3. 电子灭鼠器电路

图 23-3 所示是一种简单的电子捕鼠器电路。红黑二接线柱分别接到金属电网上, 电网间隙为 2cm。当老鼠接触通电的电网时, 会被击倒, 同时扬声器发出报警信号。此时便可断开电源打死老鼠, 达到灭鼠之目的。

在使用这种电子捕鼠器时, 要有专人值班看守, 并应特别注意人身安全, 必须设立栅栏, 人接近时首先要断开电源。

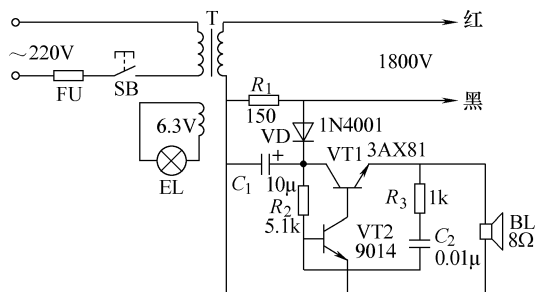


图 23-3 电子捕鼠器电路

4. 电子灭蚊电路

这种灭蚊器结构简单、制作方便、效果好。

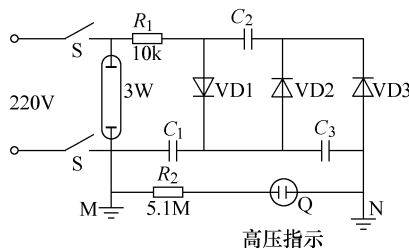
(1) 工作原理 蚊子和其他飞蛾一样, 具有一定的趋光性, 它所喜欢的光波大约在 $3650\text{\AA}$ 。蚊子对温度的变化也很敏感, 它头部的传感器能测出 0.005°C 的温差变化。人的体温一般高于气温, 而且人体汗液所含的乳酸味以及呼吸时所排出的二氧化碳都能吸引蚊子飞向人体。

根据以上特点, 可以模拟这些条件, 把周围的蚊子和其他飞虫集中起来, 用高压电网将其灭杀。

(2) 元件与制作 选一只 3W 黑光诱蚊灯 (市场一般有售), 也可使用照明用 60W 自镇流冷阴极式荧光灯 (蓝色光型为宜)。按照图 23-4b 电路安装高压发生器, 此电路是把 220V 市电通过子倍压整流后, 在输出端得到 500V 以上直流高压, 如果电容器的质量可靠, 此电路耗电少。 R_1 为限流电阻, 选 $1W/4$ 即可; 电容器 $C_1 \sim C_3$ 的耐压要求在 400V 以上; 二极管 VD1~VD3 的反向工作电压也应大于 500V, 可选用 1N4001 或其他型号的管子; 电阻 R_1 选 $1W/4$ 、 $5.1k$; Q 是电笔用的氖管或日光灯启辉器中的小氖泡, 与电阻串在一起用作高压输出指示。



a) 外形图



b) 电路

图 23-4 灭蚊灯外形与电路图

框架可用绝缘材料做成一个直径为 16cm、比灯管略高的圆柱形 (长方形亦可)。把灯管安装在框架中间, 用 $\phi 0.75mm$ 的铜 (裸线, 或用去漆后的漆包线上锡也行), 然后将一根长线由中间对折, 两线相距 2~2.5mm 沿灯管外围绝缘框架自上往下并绕, 线要绷紧, 再将线的对折处剪断, 用万用表 $R \times 10k$ 挡测量。

两线间不得有短路, 剪断后的两头分别接在高压输出的 M、N 端, 构成没有回路的正、负高压电网。为了安全, 高压电网外围最好再装一个绝缘框罩, 以防人体碰触, 图 23-4 所示为绕制成的灭蚊器。

(3) 使用方法 为了诱引蚊子, 可在发热的灯管上涂一些乳酸, 这样更能吸引蚊子扑上电网。无色或淡黄色液体乳酸市场上有售, 也可用淀粉、牛乳、葡萄糖溶液等发酵制取, 或取亚硫酸盐纸浆废液也行。使用时要注意安全, 不要挂在小孩能摸到的地方。这种灭蚊灯对有纱窗的房间特别适用, 纱窗能阻挡外面飞来的蚊子, 而灭蚊灯又能将房间内的蚊子灭杀, 如晚间看电视时开启灭蚊灯, 既有微光照明, 又可灭蚊, 让人能安心地收看电视节目。

5. 黑光灯杀虫电路

为确保农业丰收, 治虫、灭虫是一项重要措施。我国农村使用一种电气杀虫灯——黑光灯。黑光灯实际上是荧光灯的一种, 所不同的是涂在管壁上的荧光粉不一样, 它能发射波长为 360nm 的紫外线。这种波长的紫外线对昆虫有很大的诱惑力。使用黑光灯时同样要配上镇流器、启辉器等附件, 安装方法和普通荧光灯一样。

黑光灯本身只能诱集飞行的害虫, 杀虫还须配有捕杀装置。最简单的办法是用水盆杀虫。如图 23-5 所示, 在灯管四周装设几块挡虫玻璃板, 灯管下面放一只盛水的水盆, 里面加些杀虫剂。当飞行的害虫扑向黑光灯时, 与挡虫玻璃板相撞, 落进水盆被杀死。

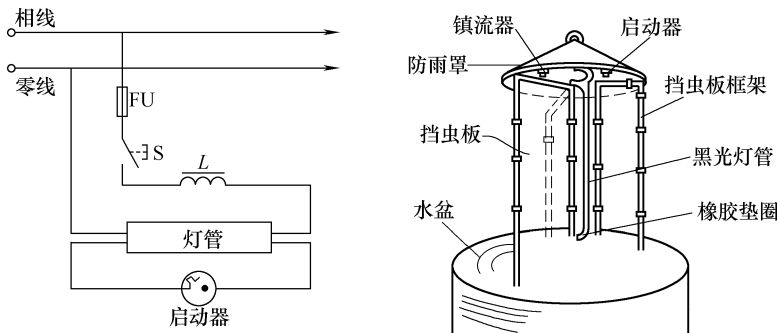


图 23-5 黑光灯杀虫电路

6. 高压灭虫灯电路

高压灭虫灯采用栅栏网状高压电网, 围绕在黑光灯管的四周, 电网分两组, 彼此绝缘地穿插设置, 并接入 220V/4000V 变压器的高压侧。这时, 黑光灯在电网的下端引诱害虫, 当害虫飞进电网间隙的瞬间, 由于电网电压很高, 当即将害虫电死。当高压电网杀死害虫较多时, 会发生短路, 灯泡 EL2、EL3 会自动点亮, 指示电网须清扫, 电路如图 23-6 所示。高压升压变压器可以自行绕制, 可采用 100VA 行灯变压器改绕, 拆除二次线圈, 记下 36V 线圈的匝数, 算出此变压器 1V 应绕几匝, 再用较细的漆包线按 4000V 算出应绕多少匝, 按此匝数进行绕制, 绕好后高低压侧均进行绝缘处理, 并串上较大功率的白炽灯泡, 接上开关, 然后通入 220V 电源, 黑光灯线路与荧光灯线路完全相同。按线路连接, 把变压器、白炽灯、开关、熔丝装在一个绝缘盒内, 黑光灯装在一个大型灯架上, 灯的四周架设均匀的高压电网, 即可制成一个高压灭虫灯。使用高压灭虫灯应注意以下问题:

1) 高压灭虫灯周围应架设防护栏, 并加有防护铁锁, 通电时使人畜无法进入防护栏。

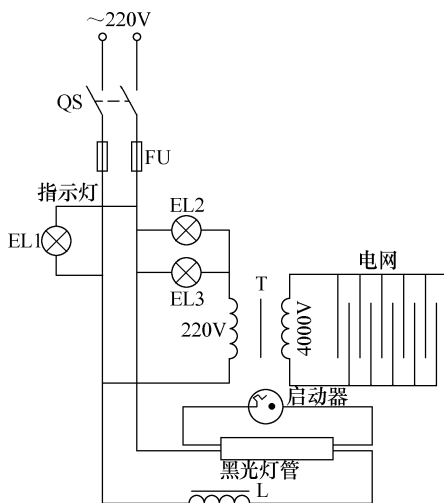


图 23-6 高压灭虫灯电路

- 2) 高压线要采用耐压较高的绝缘电线, 杀虫灯应装在离地面 2.5m 以上的地方。
- 3) 高压杀虫灯开停应有专人负责, 配电箱要加锁, 防止小孩误触及。

7. 高效电子捕鼠电路

图 23-7 所示是一种简单的高效电子捕鼠器电路, 红黑二接线柱分别接到金属电网上, 电网间隙为 2cm。当老鼠接触通电的电网时, 会被击倒, 同时扬声器发出报警信号。此时便可断开电源, 把老鼠杀死, 达到灭鼠之目的。

在使用这种电子捕鼠器时要有专人值班看守, 并应特别注意人身安全, 必须设立栅栏, 人接近时首先要断开电源。

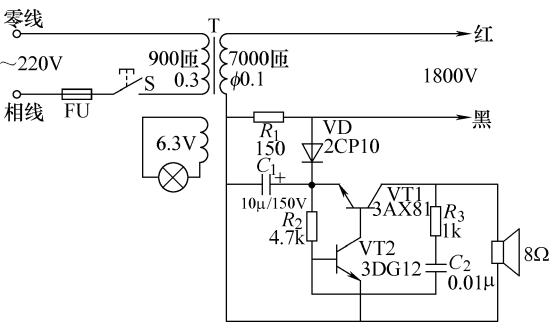


图 23-7 高效电子捕鼠电路

8. 电子捕鼠电路

(1) 特点

- 1) 旋转式捕鼠器从三个方向诱鼠进入。由于捕捉的老鼠是无毒的, 所以不会像药物灭鼠那样, 死鼠腐烂污染后给人畜造成毒害。也不会被猫和其他动物误食后造成连环中毒。
- 2) 不留痕迹气味, 可连续捕鼠。我们知道, 鼠夹和高压灭鼠都会因血腥留下气味, 使老鼠很长时间不再上当。而且这种气味都难以除掉。旋转式捕鼠器关住老鼠后, 将其引到箱外灭杀。
- 3) 安全方便。交直流都可以用。

(2) 工作原理 电路如 23-8 所示。电路正常工作后, VD1 光敏二极管收到红外光而导通, 使 VT1~VT4 同时处于截止状态, 继电器不吸合。当老鼠进入捕鼠器后, 其身体遮挡红外光线。VD1 反向阻值变大, VT1 立即导通, 后两级电路中的晶体管也饱和导通, 继电器 K 吸合。电磁铁得电后将旋转门挂勾拉开, 捕鼠器的三个进口门同时关闭, 报警电路响起报警声。与此同时, 关闭到位的旋转门及时触及 S 微动开关, 切断电磁铁的供电, 以免时间过长烧毁电磁铁线圈。

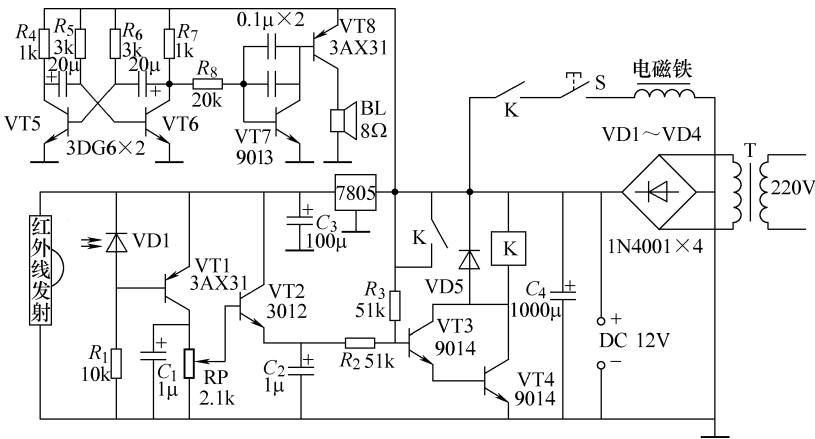


图 23-8 电子捕鼠电路

红外线发射采用废旧电视机遥控器, 截去按键部分电路板 (为缩小体积), 然后将任意一键用导线短路, 使其一直发射即可。旋转门所用盘状发条是拆洗衣机定时器中的发条代用的。12V 电磁铁用小型 E 型铁心绕制, 吸力只要能够拉开旋转门挂钩即可。电路板的调试需在发射、接收二极管确定距离后进行。调整 RP 电位器, 使继电器在无遮挡情况下处于静止状态, 遮挡红外光后马上吸合即可。

9. 灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路

灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路电路如图 23-9 所示, 它首先将 12V 的直流电逆变成交流, 再经过倍压整流

获得 1500V 高压直流电用于灭鼠、灭蝇、捕虫、捕鱼。VT1~VT4 四只晶体管和变压器将 12V 直流电变成交流。VD1~VD4、 $C_1 \sim C_3$ 系倍压整流电路,其中 C_1 为储能电容器,VT5、VT6、 R_3 、 R_4 、RP1 组成电子开关,它带动继电器 K1 工作以转接高压输出。VT7~VT10、 R_9 、 R_{10} 、 C_4 组成延时报警电路,一旦电网击中老鼠,延时 5~10s 后,继电器 K2 才工作,发出告警信号,检开死鼠拨动复位开关 KB1,高压开关又有输出。晶闸管和单结晶体管组成 12V 电瓶充电器。

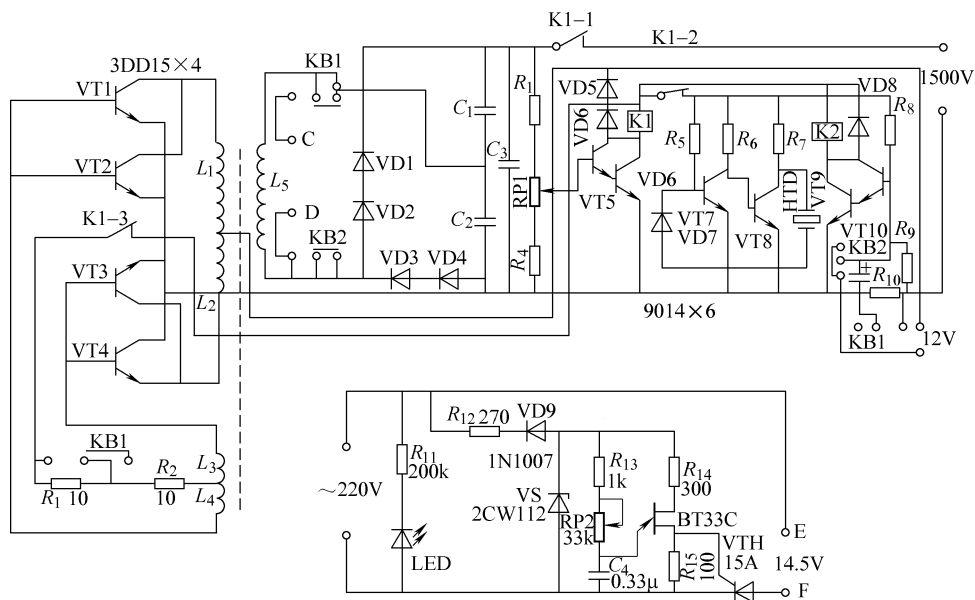


图 23-9 灭鼠、灭蝇、灭虫综合电路

图中开关处于捕鼠功能的位置。拨动开关 KB1, R_1 、 R_9 短路,本机即是电子捕鱼器电路。拨动开关 KB1 和 KB2 本电路就具有黑光灯捕虫或日光灯照明的功能,灯管接在 C、D 两端开关在捕鼠位置时,外接灭蝇金属网,本机就是一台电子灭蝇器。接通 220V 交流电, E、F 两端接上电瓶,本机即为电瓶充电器。

变压器磁心选用 M-2000E 型铁氧体,线圈 L_1 、 L_2 用 $\phi 1.1\text{mm}$ 漆包线双线并绕 18 圈, L_3 、 L_4 用 $\phi 51\text{mm}$ 漆包线双线并绕 9 圈, L_5 用 $\phi 23\text{mm}$ 漆包线平绕 660 圈。继电器 K1 采用 JQX-4 型大功率继电器, K2 采用 JRC 型普通继电器。电容器 C_3 耐压要高于 1500V。

调试时,首先将 R_1 短接,调整 R_2 使整机输入空载电流为 2.5A 左右。然后再拆除短接线,调整 R_1 ,使整机输入空载电流小于 0.5A。调整 R_3 ,使 C_3 两端的电压为 1500V 左右。拨动开关 KB1、KB2,在高压输出端接上 100W 灯泡,调整 RP1,使 K1 产生连续通断动作,观察灯泡亮度约在 60~100W 之间,且基本无闪烁感。拨动开关至报警位置,将白炽灯改换成 10k Ω /20W 电阻,调整 R_{10} ,使继电器 K2 约 10s 动作,发出报警声。E、F 端外接 100W 灯泡作负载,调整 RP2,使输出电压为 8V,再去掉灯泡改接 12V 电瓶,细调 RP2,使输出电流 $\leq 2\text{A}$,到此调试完毕。

10. 超声波驱虫电路

时基电路产生的电脉冲由第③脚输出,再通过 R_6 送给压电扬声器 BLD,把电脉冲转换成超声波,向空间辐射。该电路的扫频原理也非常简单,利用变压器的二次低压交流信号去调制 555 时基电路的⑤脚,达到改变脉冲频率的目的,其频率变化范围为 32kHz~62kHz。

据国外有关资料所记载,该装置能多用,可驱除老鼠、蟑螂、跳蚤,有效面积可达 16m²。只要把该装置放于室内,接通电源、连续工作,则老鼠、蟑螂、跳蚤就会随时间减少,三个月之内就可达到驱除上述害虫的目的,室内也就不会出现老鼠、蟑螂和跳蚤。如果住房面积很大,可在室内多放几个便可,电路如图 23-10 所示。

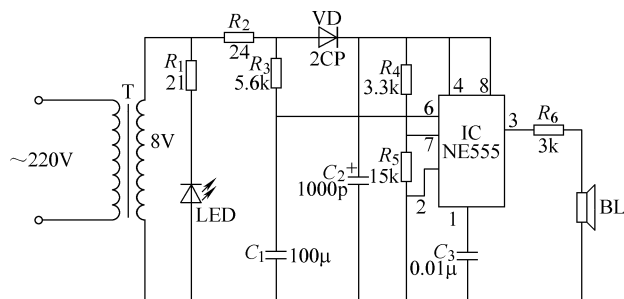


图 23-10 超声波驱虫电路

11. 电子节电捕鼠器电路

本例介绍的节电电子捕鼠器平时耗电极小，仅当老鼠进入控制区觅食时才工作，然后延时 30s 后又进入等待状态，很适合野外捕鼠使用。

(1) 工作原理 图 23-11 为节

电电子捕鼠器电路图。VT1～VT4 及有关元件组成控制电路，其作用是报知是否有老鼠进入控制区，并控制报警及高压发生电路的电源。IC、VT5 等组成报警电路，当有老鼠进入控制区时，IC 发出报警信号，经 VT5 推动扬声器 BL 发声。由 VT6 及外围元件组成发射器，工作频率在 88～108MHz，发射距离达 1km 以上，以便实行远距离监护。VT7、T、VD2 等组成高压发生电路，输出数百至数千伏的高压，用来击毙进入控制区的老鼠。当手动开关 SA 闭合时，电源向控制电路供电，这时 VT1～VT4 均截止，继电器 K 不通电，报警及高压电路不工作。当有老鼠进入触发网时，就相当于在 A、B 电极间加上一个电阻，VT1～VT4 均导通，继电器 K 吸合，其触点 K 闭合，报警及高压发生电路的电源被接通。与此同时，电源通过 VT1、VT2 向 C₂ 充电，使得当老鼠离开触发网后继电器延时 30s 左右后关闭。避免了 VT7 因长时间工作而受损，同时也减少了电源的无用功耗。IC 发出的报警信号一路经扬声器 BL 发声，另一路调制由 VT6 组成的高频振荡器，并对外发射。与此同时，发光二极管 LED1、LED2 发光。这时老鼠由于受惊吓而逃离触发网，进入高压电网被击毙。当在远处的监护人员用调频收音机收到报警信号后，即可到现场及时清除死鼠。

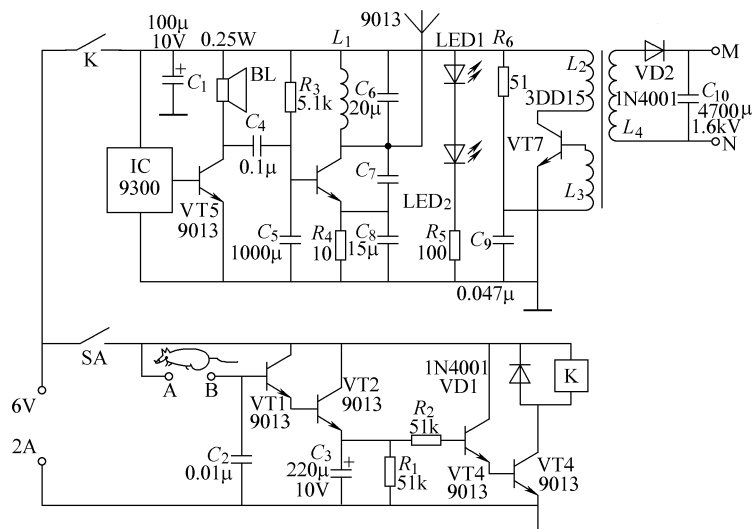


图 23-11 电子节电捕鼠器电路

电器 K 不通电，报警及高压电路不工作。当有老鼠进入触发网时，就相当于在 A、B 电极间加上一个电阻，VT1～VT4 均导通，继电器 K 吸合，其触点 K 闭合，报警及高压发生电路的电源被接通。与此同时，电源通过 VT1、VT2 向 C₂ 充电，使得当老鼠离开触发网后继电器延时 30s 左右后关闭。避免了 VT7 因长时间工作而受损，同时也减少了电源的无用功耗。IC 发出的报警信号一路经扬声器 BL 发声，另一路调制由 VT6 组成的高频振荡器，并对外发射。与此同时，发光二极管 LED1、LED2 发光。这时老鼠由于受惊吓而逃离触发网，进入高压电网被击毙。当在远处的监护人员用调频收音机收到报警信号后，即可到现场及时清除死鼠。

(2) 元器件选择 IC 选用 9300 或 KD 系列音乐集成电路。VT1～VT4 选用 9018 晶体管，VT5 选用 9013 晶体管，VT6 选用专用发射管，如 D-40；VT7 选用 NPN 型大功率晶体管，如 3DD15。K 选用 6V 超小型继电器，L₁ 用 φ0.71mm 的镀银线在铅笔上绕 5 匝。高压变压器 T 利用 12～17in 黑白电视机行输出变压器改制，原二次侧（高压包）不动，一次侧 L₂ 用 φ0.71mm 漆包线绕 23 匝，L₃ 选用 φ0.31mm 漆包线绕 46 匝即可。

第 24 章 保健 电 路

1. 理疗呼吸机电路

临床使用的理疗呼吸机向患者鼻腔提供的氧气是持续不断的，这不符合呼吸期间气管呼吸规律，患者会感到不适应。本例介绍的医用理疗呼吸机控制器，使患者吸气时自动起动电动机运转，在呼气时自动切断电动机晶体管电源，既节能又实用。

该医用理疗呼吸机控制器电路由无稳态振荡器、控制电路和电源电路组成，如图 24-1 所示。无稳态振荡器电路由电阻器 R_1 、 R_2 、电位器 RP、电容器 C_3 、 C_4 和时基集成电路 IC1 组成。控制电路由电阻器 R_3 ~ R_5 、晶体管 VT1、VT2、二极管 VD5 和继电器 K 组成。

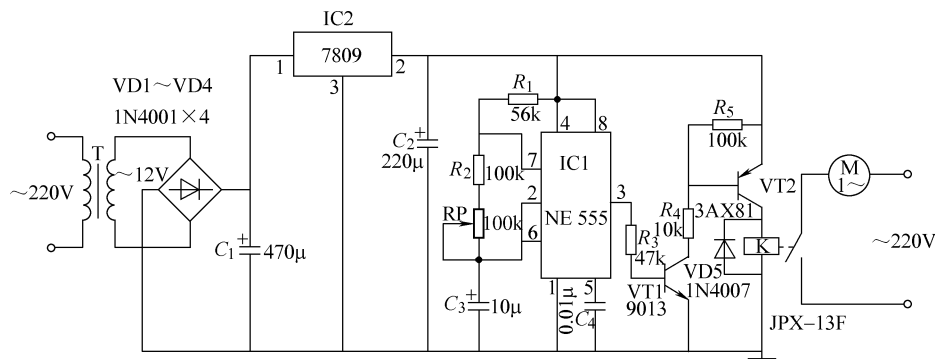


图 24-1 理疗呼吸机电路

交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流、 C_1 滤波及 IC2 稳压后，为无稳态振荡器和控制电路提供 +9V 工作电源。

无稳态振荡器通电工作后，其③脚输出频率为 25.40Hz 的振荡脉冲信号，使 VT1 和 VT2 间歇导通，K 和 M 间歇工作。在 IC1 的③脚输出高电平时，VT1 和 VT2 饱和导通，K 通电吸合，其常开触点接通，理疗呼吸机的电动机 M 通电工作；在 IC1 的③脚输出低电平时，VT1 和 VT2 截止，K 释放，M 断电停止工作。

调节 RP 的阻值，可改变无稳态振荡器的振荡频率，从而改变呼吸机的工作频率（使用时，可根据患者的需要来调节）。

2. 电子止喘器电路

常言说“外科不治癰，内科不治喘”。本例介绍一种电子止喘器，它产生的高压刺激脉冲，对咳嗽患者能起到辅助治疗的作用。

(1) 电路组成 止喘器电路由自激式多谐振荡器、缓冲放大电路和高压产生电路组成，如图 24-2 所示。

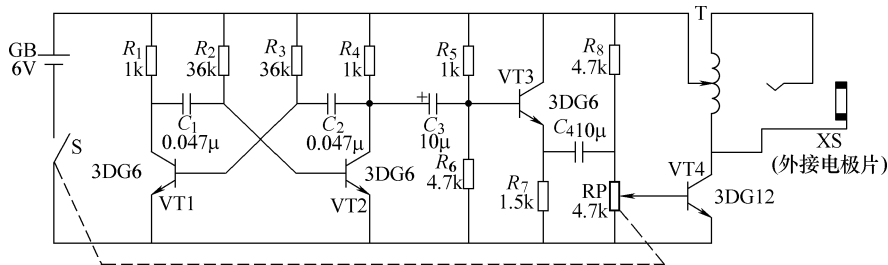


图 24-2 电子止喘电路

自激式多谐振荡器由晶体管 VT1、VT2，电容器 C_1 、 C_2 和电阻器 $R_1 \sim R_4$ 等组成。

缓冲放大电路由射随放大管 VT3、偏置电阻器 R_5 、 R_6 和耦合电容器 C_3 、 C_4 组成。

高压产生电路由电位器 RP、电阻器 R_8 、放大输出管 VT4、自耦式升压变压器 T 和输出插座 XS 组成。

(2) 工作原理 自激式多谐振荡器产生频率为 500Hz 左右的振荡信号，经 VT3、VT4 放大及变压器 T 升压处理后，从插座 XS 处输出大于 100V 的高压脉冲电压。该脉冲电压经外接的两个电极片加至哮喘患者的天突穴（正坐仰头，在胸骨切迹上缘正中凹陷处）和大椎穴（俯伏或正坐低头，在第 7 颈椎处），调节电位器 RP 的阻值，可改变输出高压脉冲电压的幅度，从而调整电脉冲的强度。

3. 自制消毒液电路

本例介绍的自制消毒液电路，采用电解食盐溶液的方法来产生次氯酸钠（NaClO）消毒液，可用于生活用品的消毒。

(1) 电路组成 该消毒液产生器电路由电源电路和定时控制电路组成，如图 24-3 所示。

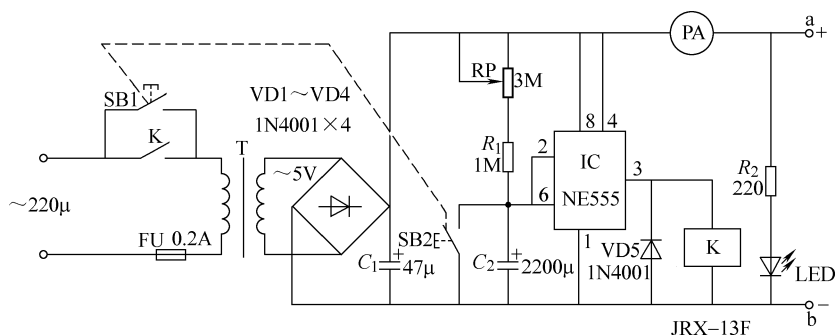


图 24-3 自制消毒液电路

电源电路由控制按钮 SB1、熔断器 FU、电源变压器 T、整流桥 VD1~VD4、滤波电容器 C_1 、限流电阻器 R_2 、电源指示发光二极管 LED 和电流表 PA 组成。

定时控制电路由时基集成电路 IC、电位器 RP、电阻器 R_1 、电容器 C_2 、控制按钮 SB2 二极管 VD5 和继电器 K 组成。

(2) 工作原理 按动一下控制按钮 SB (SB1、SB2 联动) 时，交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流及 C_1 滤波后，产生 5V 直流电压，一路经电流表 PA 加在电极 a、b 上，对容器中的食盐水电解；一路经 R_2 限流降压后将 LED 点亮；另一路作为定时控制电路的工作电源。

在 SB2 触点接通断开时，IC 的②脚和⑥脚变为低电位，③脚输出高电平，K 通电吸合，其常开触点接通，使电源自锁（S 松开后电源仍维持接通状态）。随后通过 R_1 和 RP 对 C_2 充电，定时电路开始计时，使 IC 的②脚和⑥脚电压不断上升。当 C_2 两端电压充至 8V 以上时，IC 内电路翻转，其③脚输出低电平，使 K 释放，K 的常开触点断开，将交流输入电源回路断开，制作消毒液（对食盐水的电解）的过程结束。

增加电极 a 与电极 b 的距离，可减小工作电流（工作电流为 5A 左右即可）。

4. 住院病人呼叫器电路

(1) 电路组成 病房呼叫器电路由电源电路、呼叫控制和声光电路组成，如图 24-4 所示。

电源电路由电源开关 S、熔断器 FU、电源变压器 T、整流桥堆 UR、滤波电容器 C 和三端稳压集成电路 IC 组成。

呼叫控制电路由控制按钮 SB1~SB3、电容器 $C_1 \sim C_3$ 、晶闸管 VTH1~VTH3 和发光二极管 LED1~LED3 组成。

声光呼叫电路由电阻器 $R_1 \sim R_3$ 、复位按钮 SB4~SB3、发光二极管 LED4~LED6、二极管 VD1~VD3、晶体管 VT 和蜂鸣器 HA 组成。

(2) 工作原理 接通电源开关 S，交流 220V 电压经 T 降压、UR 整流、 C_1 滤波及 IC 稳压后，为整机提供 +12V 工作电压。

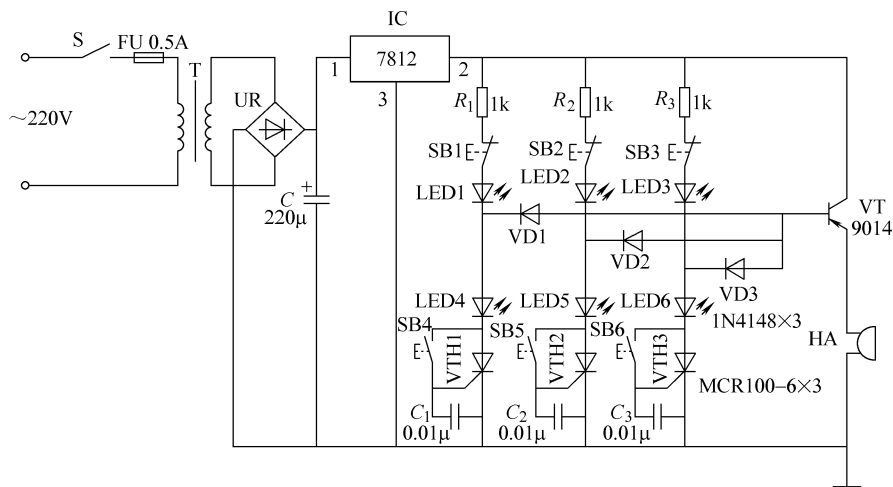


图 24-4 住院病人呼叫器电路

在未按动 SB1~SB3 时, VTH1~VTH3 和 VT 均处于截止状态, LED1~LED3 和 LED4~LED6 均不亮, HA 不发声。

当按一下 SB1~SB3 中某按钮时, 与该按钮相接的晶闸管将受触发导通, 该路发光二极管点亮, 指示出病床号位, 同时 VT 饱和导通, HA 发出蜂鸣声; 当护士站医护人员收到病房呼叫信号后, 按一下该路复位按钮, 即可使晶闸管和晶体管截止, 两只发光二极管熄灭, HA 停止发声。

假如, 按一下 SB2 时, VTH2 受触发而导通, LED2 和 LED5 点亮, VT 导通, HA 发出蜂鸣声。再按一下 SB2 时, VTH2 和 VT、VD2 截止, LED2 和 LED5 熄灭, HA 停止发声。

5. 劝戒烟电路

当拿取香烟盒中的香烟时, 会听到装香烟的盒内发出“呜哇、呜哇”的警报声, 同时, 盒内的玻璃面板上闪烁出红色灯光, 映出“吸烟有害健康”的字样。

图 24-5 所示为劝戒烟原理电路图, 从图中可以看出, 由晶体管 VT1、VT2 组成自激多谐振荡器, 振荡频率由电容器 C_1 、 C_2 调整决定, VT4、VT5 组成互补音频振荡器, 振荡频率由正反馈电容 C_3 决定, VT3、VT6 为两只开关电路, 由自激多谐振荡器分别控制。当吸烟者烟瘾大作, 并去取香烟时, 这时装在香烟盒底部的自制弹性开关, 便自动接触, 接通电路, 这时自激多谐振荡器开始工作, 并推动 VT3、VT6 开关电路相互交替截止和导通。此时, 在开关电路的控制下, 互补音频振荡电路便发出音响, 指示灯连续发出灯光闪烁, 警钟长鸣。

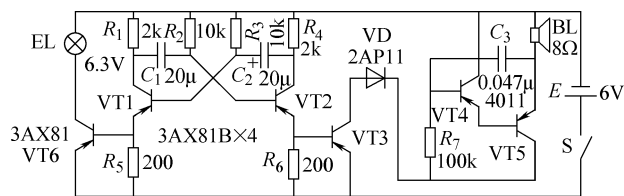


图 24-5 劝戒烟电路

在选用电路中的元器件时, 要注意 VT1 和 VT2、VT4 和 VT5 的放大倍数尽量一致, 一般 $\beta > 50$ 以上即可, 穿透电流越小越好, 其他元器件均无特殊要求, 一般在安装无误的情况下, 都能正常工作。

6. 脉冲治疗仪电路

脉冲治疗仪电路如图 24-6 所示, 它具有电路简单、制作容易、价格低廉等特点, 适合于家庭个人制作使用。

本脉冲治疗仪电路由晶体管 VT、脉冲变压器 T2 和有关外围元器件组成振荡器电路, 其振荡频率为 2Hz 至几十赫兹。

接通电源开关 S (与 RP2 联动) 后, VT 在它的正反馈绕组 W1 和电容器 C_1 、电阻器 R_1 、电位器 RP1

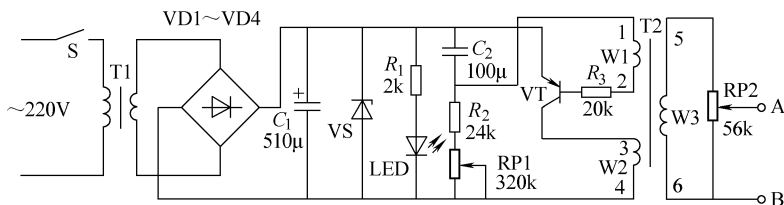


图 24-6 脉冲治疗仪电路

的作用下，很快进入了导通-饱和导通-截止-导通的低频开关状态；振荡器振荡工作后，从电位器 RP2 的滑动头处输出低频振荡脉冲信号。该脉冲信号通过电极作用到使用者的皮肤或穴位上，起到辅助治疗疾病的作用。

调节 RP1，可以改变治疗仪的工作频率；调节 RP2，可以改变输出脉冲信号的幅度，即调节电脉冲的强度。

7. 电动按摩器电路

按摩疗法又称为推拿，是我国医学治疗方法之一。传统的方法是治疗者用双手在人体的一定部位采用按、摩、揉、拿、拉、叩、振、摇等 8 种手法进行治疗，可以起到疏通经络、调和气血、镇静止痛、促进吸收、兴奋提神、解除疲劳、调整机体功能等作用，能治疗多种疾病，是中医中的一种有效治疗手段。传统按摩方法是由人力实现的，这是一种强体力劳动。为了解决这一问题，人们研制了电动按摩器。

电动按摩器多数使用 220V、50Hz 交流电源，其功率消耗不大 5~35W。它具有使用方便、效果显著、临床适应性广的特点。它不仅广泛用于医院理疗科，而且在浴室、理发馆、运动队、家庭中也普遍使用。

电动按摩器的工作原理是：当电源接通后，电动机开始旋转，其旋转力通过联轴弹簧带动偏心轮转动，由于偏心轮的重心偏移轴心，因此其旋转时便产生不平衡的快速摇动。按摩器装上适当的按摩头，放在需要按摩的部位，即可由高速振动达到较理想的按摩效果。

电动按摩器通常采用小型电刷电动机，它的转速高、转矩大，是一种交直流两用电动机，转速约 5000~10000r/min。由于按摩头直接受偏心轮旋转产生振动的影响，故按摩次数就是电动机旋转的圈数。电动按摩器有调节按摩力强弱装置。电动机转速愈高，偏心轮产生的摇动力愈大，按摩头产生的按摩力愈强；反之，按摩头产生的按摩力弱。当输入电动机的电压高时，其转速就高；当输入电压降低时，转速也降低。通常在电路中接入二极管，通过开关的不同位置，变换电路中元器件的连接形式，从而改变输入电动机的电压，即可改变转速。电动按摩器电路如图 24-7 所示。

由电路原理图可知，当电源开关 SB 在“关”位置时，电路不通，电动机不转。当开关 SB 为半波整流，电动机输入电压低，因而转速低。当开关拨至强位置时，交流电不经过半波整流，电动机输入电压是半波整流时的 2 倍，电压高，电动机转速最高。电路中 L_1 、 L_2 、 C 组成抗干扰电路，防止由于电动机的电刷与换向器摩擦时产生的电火花，干扰收音机或其他电子设备。

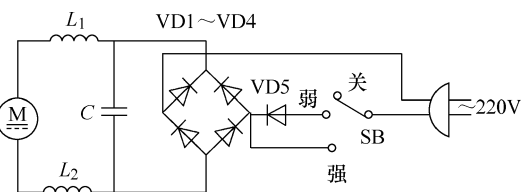


图 24-7 电动按摩器电路

8. 骨质增生治疗仪电路

目前，骨质增生患者越来越多，为了解除骨质增生给患者带来的巨大痛苦，使患者恢复正常的生活。本例电路，是将直流电通过两电极施加于患者敷有药物的患病部位，可以有效缓解患者的痛苦，起到辅助治疗的作用。

(1) 电路组成 本骨质增生治疗仪电路由电源电路、定时电路、电流调节电路、控制电路和电源电路由电源开关 S、电源变压器 T、整流二极管桥 UR1、UR2、滤波电容器 C_1 、 C_2 、三端集成稳压器 7824、稳压二极管 VS1 等组成，如图 24-8 所示。

(2) 电路工作原理 接通交流 220V 电压后, 在变压器 T 二次侧的绕组 W2 和绕组 W3 上分别产生 35V 的交流电压和 8V 的交流电压。交流 8V 电压经 UR2 桥式整流和 C_3 滤波后, 将 LED 点亮。旋动定时器 D (设定治疗时间), 交流 35V 电压经 UR1 桥式整流变为直流电压后, 通过定时器 D 的控制触点加至三端稳压块的输入端上, 再经 C_1 滤波及 7824、VS1 稳压后, 从稳压块 7824 的输出端输出, 经 R_1 和 RP 限流后, 通过电极片 A 和 B 加在患者的患病部位上。与此同时, 继电器 K2 吸合, 其常闭触点 K2 断开, 常开触点 K2 接通, 使继电器 K1 通电, 常开触点 K1 接通。

当治疗时间结束时, 定时器 D 的触点断开, 切断稳压块 7824 的输入端的工作电压, 继电器 K2 释放, 其常开触点 K2 断开, 常闭触点 K2 接通, C_3 两端电压经 K1 的常开触点 K1 和 K2 为音乐报警电路提供工作电压, 使该电路工作, 从扬声器 BL 中发出音乐报警声, 提示患者治疗时间已到。

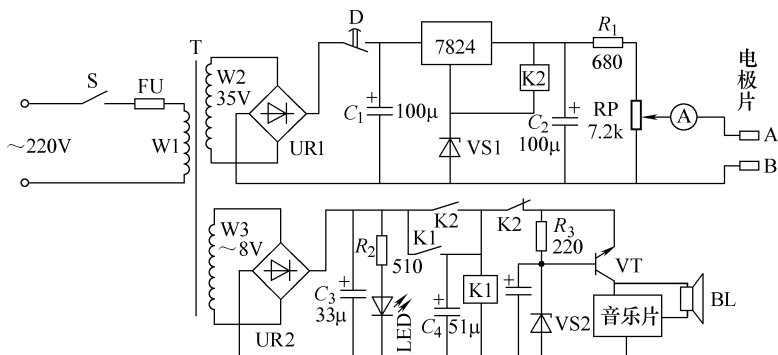


图 24-8 骨质增生治疗电路

9. 超声波盲人探路电路

在正常情况下, 盲人利用超声波探路时, 发出一种固定声音, 说明道路平坦, 可继续通行。当遇到障碍物, 无法前进时, 超声波发出不同的声音, 盲人可绕道而行。

其电路如图 24-9 所示。当遇到障碍物时, 按钮 SB 接通, VT1、VT2 工作, 使超声波发送头发送超声波, 接收器接收到发送的超声波时, 经 VT3、VT4 放大输出给 LM567 处理, 经 VT5 射极输出, 再经 IC2 (NE555) ③脚输出, 由 VT6 放大, 推动扬声器发声。

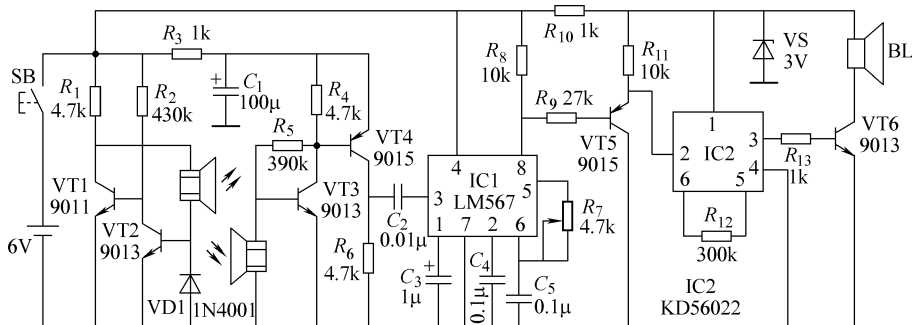


图 24-9 超声波盲人探路电路

盲人听到有障碍物的声音时, 则绕道而行。

10. 口吃校正电路

口吃给患者带来许多烦恼, 设计一个电路, 对口吃患者进行校正, 经几个口吃程度不同患者使用, 收到一定的疗效。

口吃校正电路如图 24-10 所示。由 NE555 与 R_2 、 C_2 、RP1 等元器件组成自激多谐振荡器, 适当选取 R_2 、RP1、 C_2 的参数, 使电路工作在超低频范围以内, 当 S2 打到 I 挡时, 发光二极管 LED 依节拍次数发亮; 而当 S2 打到 II 挡时, 耳机便产生一种“拍、拍”音响, 调节 RP2 能改

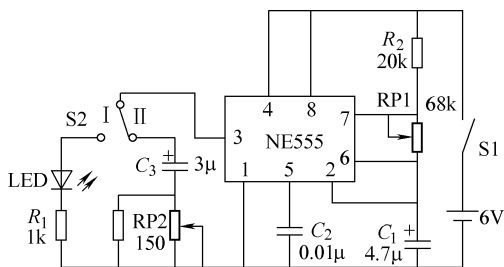


图 24-10 口吃校正电路

变节拍次数,可适用于不同程度的口吃患者;调节 RP2 还可以改变耳机的音量,使患者听觉感到舒适,配合治疗。

经多次反复校正,口吃患者可以逐步得到康复。

11. 电子体温表电路

电子体温表电路如图 24-11 所示。RT 是热敏电阻, A 是集成运算放大器。VD1~VD4 组成桥式整流电路, 输出单向信号。

VT1、VT2 等组成开关电路。当热敏电阻 RT 的阻值随所测物体的温度变化到一定阻值时, A、B 两点有差值信号输出, 此信号经 A 放大, VD1~VD4 整流后, 加到 VT1 的基极, VT1 导通, VT2 截止, 小灯泡 EL 不亮; 这时, 改变电位器 RP2 的阻值, 使 A、B 两点无差值信号输出, 则 VT1 截止, VT2 导通, 小灯泡就亮。如果电位器上标记温度刻度, 那么在灯亮时, 读出被测物体的温度。

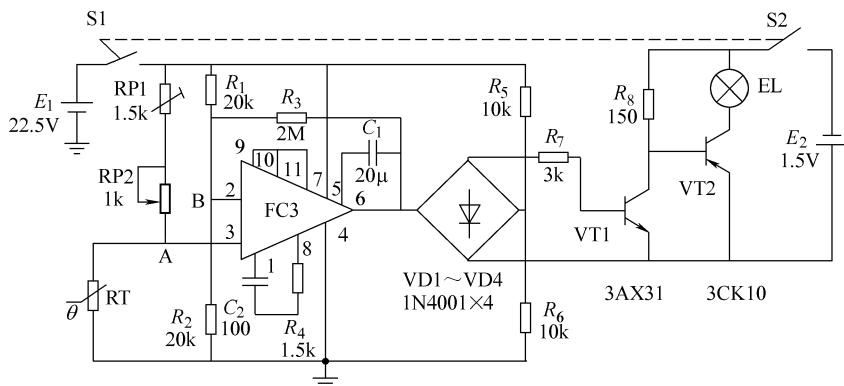


图 24-11 电子体温表电路

RT 为负温度系数的金属壳热敏电阻, 型号为 RRC-3J22, 20℃ 时阻值为 10kΩ, 若用玻璃壳的更理想 (用正温度系数的热敏电阻也可以)。A 用处理品中的增益运算放大器。VT1、VT2 的漏电流要小于 100μA, β 要大于 30。小灯泡用电压为 2.5V 以下的。E₁ 用 22.5V 仪表用积层电池, E₂ 易用一节 4 号电池。

12. 自卫防暴电路

自卫防暴电路, 是利用直流高压电的作用, 击伤或击毙坏人的一种电路。如有外敌入侵、强盗抢劫、小偷入室盗窃、杀人, 触及高压 M、N 两点, 即刻被电击伤或击死, 起到自卫防暴的作用。

其电路如图 24-12 所示, 晶体管 VT 和变压器 T 的一次绕组 W1、W2 组成电感三点式振荡器, 将电池的直流电转变为交流电, 经变压器 T 升压、二极管 VD 高压整流、电容 C 滤波, 在 M、N 两端得到直流高压。

电路中, 晶体管用 D880; 变压器用铁氧体磁心, 一次绕组 W2 用 φ0.35mm 漆包线绕 45 匝, W2 用 φ0.35mm 漆包线绕 55 匝, 二次绕组 W2 用 φ0.07mm 高强度漆包线绕 1500 匝, VD 用高压硅粒或用电视机硅柱代替, C 用 2000pF、10kV 高压电容。电池用三节 5 号镍镉充电电池。

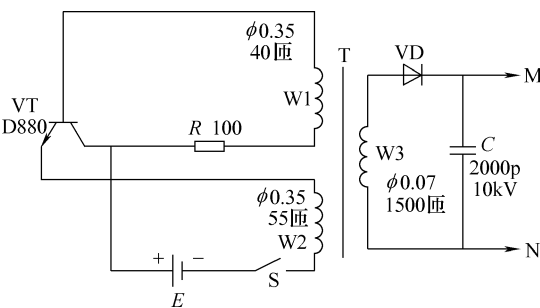


图 24-12 自卫防暴电路

13. 冠心病突发求助电路

身患冠心病和其他突发病的患者在外出、旅游时, 常常因病情突发抢救不及时而发生意外。现介绍一个能自动发出求救信号的“冠心病突发报警器”, 平时将其置于患者的上衣口袋里, 内部的电路不发声; 一旦患者倒地几秒钟后, 电路就发出和救护车一样的警报声。这时如果有人及时救助服药, 就可使患者得到及时的抢救。

(1) 电路工作原理 本装置的电路如图 24-13 所示。电路由音响报警和延时两部分电路组成,延时的目的是为了防止弯腰等动作而引起的误报警。报警的触发信号靠的是电路中的一个水银开关,它由一个装有两个电极和水银的细玻璃管构成。当人直立时,管内的水银与电极不接触,电路与电源断开,报警电路无法工作。当人倒地后,水银开关内的两个电极被水银短路,使电源接通。这时电源通过 RP 向电容 C 充电,当电容上的电压充至可以使 VT1 的发射结和 VS 导通时,VT1 导通,此时 R_1 上的电压使 VT2 导通,于是音响集成电路接通了电源,发出 120 救护车的报警声。电容 C 的充电时间即为电路的延时时间,改变 RP 的阻值可使延时时间调定在 2~3s。

集成电路采用四声模拟音响电路 KD-9561,该电路能模仿警笛、机枪、消防车和救护车 4 种声音。图中的接法发出的是 120 救护车的叫声。为了使发出的报警声音宏亮,电路中采用 VT3 与 VT4 的复合管对信号进行放大。

(2) 元器件的选用 本装置取材方便,所用的元器件在电子元件商店都可买到。音响集成电路 KD-9561 如果难买到,可向其生产厂家浙江晶龙电子有限公司联系邮购。VT1、VT3 采用 NPN 型小功率硅管,可选用的型号有 3DG4、3DG6、3DG8、3DG12 等,VT2 采用 PNP 型的小功率锗低频管 3AX81,VT4 采用中功率的 NPN 型硅管 3DK4 或 3DG12 等。稳压管 VS 的稳压值应在 2.5~3V,可选用的型号为 2CW7 型。如果没有这种型号,可用三只硅二极管串联代替,硅二极管用什么型号的都行(坏硅晶体管中完好的 PN 结就可以用),代替时要注意二极管的接法与稳压管正好相反,稳压管的负极接 VT1 的发射极;用二极管时,其正极与 VT1 的发射极连接。

电路中的 BL 选用 $\phi 57\text{mm}$ 的小型 80 扬声器;S 为电源开关,其他元器件的数值均如图 24-13 中所标。

(3) 制作和调试 元器件焊装在市场上专卖的印制电路板上,电路板的实际尺寸为 $57\text{mm} \times 42\text{mm}$,可直接购买。焊接时,应先在电路板上焊上电池卡,而后再焊元器件。电池卡采用收音机里一样的弹性好的铜电极片,将制好的电池卡焊在带有铜箔的反面,焊时先在电池卡和铜箔互相接触的地方涂上锡,然后将电池卡放在铜箔上,用电烙铁压合,待接触面内的焊锡熔化后,电池卡就焊牢在电路板上了。

水银开关利用一只细小的玻璃小药瓶代替。将两根 $\phi 0.5\text{mm}$ 粗的铜丝从橡胶塞上穿过适当的长度,并将瓶内灌装 1/3 容积左右的水银,然后将橡胶塞盖在瓶口上,使插入瓶内的铜丝距水银面有 3~5mm 的距离为宜。从电路板上的孔中穿过两根粗铜丝,将自制的水银开关拧紧在电路板上。

全部元器件焊接完毕,经反复检查无错焊和虚焊,即可接通电源进行调整。调整时,应使电路板平放(水银开关导通),打开电源开关并经过几秒钟的延时后,扬声器应发报警声。如果无声,可将 VT2 的发射极和集电极短路进行试验,若仍无声,故障就出在音响集成电路和放大晶体管 VT3、VT4 上。如果音响电路正常,应调整 RP 的阻值,使延时时间整定为 2~3s。

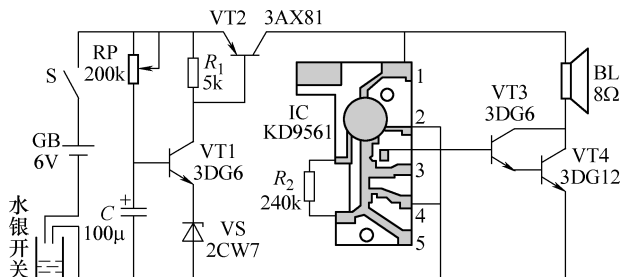


图 24-13 冠心病突发报警器原理图

14. 耳聋助听器电路

这种助听器具有灵敏度高、音质好、耗电省、音量等特点。还具有自动增益控制功能,制作方便,适用于耳聋患者。

(1) 电路原理 图 24-14 是这种助听器的电原理图,声音从驻极体传声器传出,经 C、VT1、VT2 两级阻容耦合放大器放大,最后从耳机输出。 R_4 为自动增益控制电阻,实际上就是一个串联电流负反馈电阻,它存在使大信号时不致失真,从而保持了良好的音质。

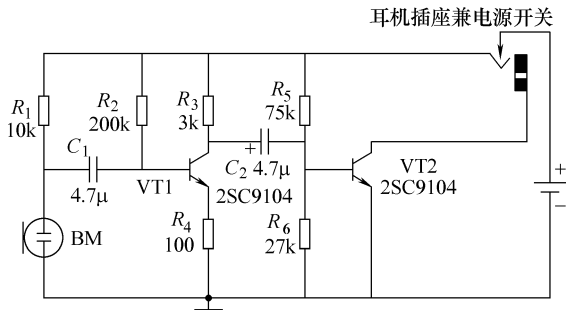


图 24-14 耳聋助听器电路

(2) 元器件选择 驻极体传声器 BM 采用 GRz2-30 型。因为驻极体传声器内有场效应晶体管作放大器, 所以具有灵敏度高、频响好等优点, 同时它又是全向传声器, 各方面的声音都可以经过它送入放大器, VT1、VT2 都选用 2SC0104 (或 3DX6) 低噪声前置管; 耳机选用 800 Ω 高阻耳塞, 电源为两节 1.5V 的 5 号电池。

(3) 制作与调试 将图 24-14 中的元器件正确安装在印制电路板上, 调节 R_1 , 使 VT1 的集电极电流在 0.6mA 左右, 调节 R_5 , 使 VT2 的集电极电流在 1.4mA 左右, 因驻极体传声器所需极化电压不同, R_1 需调节, 调节 R_1 的大小, 直至在耳机中听到的声音不失真而音量最大时为止。

15. 人体脉搏测试仪电路

脉搏测试仪 (脉搏计) 是用来测量人体心脏跳动频率的有效工具。心脏跳动频率通常用每分钟心脏跳动的次数来表示。

采用数显式脉搏测试仪测量心脏跳动频率, 不但精确, 而且使用很方便、显示结果醒目。

正常人的脉搏次数是每分钟 60~80 次 (婴儿为 90~140 次, 老年人则为 100~150 次), 显然这种信号属于低频范畴。因此, 脉搏测试仪是用来测量低频信号的装置。

(1) 电路组成 脉搏计的上述功能要求, 可采用如下方案来实现: 把转换为电信号的脉搏信号, 在单位时间内 (1min 或 30s) 进行计数, 并用数字显示其计数值, 从而直接得到每分钟的脉搏数。

这种方案比较直观, 所需的电路结构更简单些, 其电路框图如图 24-15 所示。

图 24-15 所示的框图中的各单元电路功能如下:

1) 传感器: 为了把脉搏转换成电信号, 应采用压电式传感器。它有两种基本类型: 石英晶体和压电陶瓷。前者温度稳定性和机械强度都很高, 工作温度范围宽, 转换精度也高。而压电陶瓷是人工制造的压电材料, 优点是压电系数大、灵敏度高、价格便宜, 只是温度稳定性和强度不如石英晶体。目前用得较多的是压电陶瓷。

2) 运算放大电路: 通常采用运算放大器对微小电脉冲信号进行放大。它具有输入阻抗高、输出阻抗低以及调节电压放大倍数方便等优点, 但在数字电路系统中也常用非门来构成线性放大器, 如图 24-16a 所示。因为由门电路的转换特性 (见图 24-16b) 可知, 如果使它工作在线性区, 它就有电压放大能力。图 24-16a 中门电路的输出、输入端所连接的反馈电阻, 可使其工作在线性区。

由门电路构成的放大电路, 具有功耗小、稳定性高和成本低等优点, 它的缺点是输出阻抗高和上限频率较低。

3) 时基信号发生器电路: 产生固定时间 (1min 或 30s) 的控制信号, 作为计数器在此期间进行计数。

为了得到频率较低、脉冲宽度一定 (比如 3min) 的时基信号, 通常采用 “振荡加分频” 的方法。先用振荡器产生高频脉冲, 然后经数次分频, 得到所要求的时基信号。这种方法能获得十分精确的脉冲宽度。现在有一些集成组件, 其内部同时包含振荡和分频两部分电路, 使用起来十分方便。常用的这种类型组件有 CD4060 和 CD4040。

4) 计数器: 计数器的类型很多, 选择余地较大, 但最好选用有选通脉冲输出控制的计数器, 以便采取动态扫描显示方式, 可大大简化电路, 节省器件。这种类型的计数器, 最典型的是 CD4553。

5) 译码器和显示电路: 该电路没有特殊要求, 一般只需根据所用的显示器件, 选取合适的显示译码器即可。

6) 心律监测电路: 如出现心律不齐时, 应有所显示 (告警)。

(2) 脉搏测试仪的工作原理

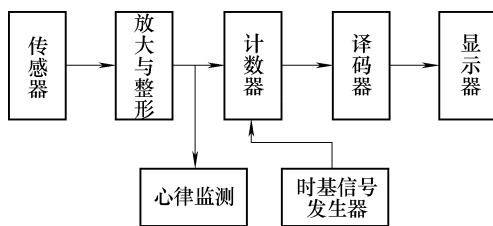


图 24-15 脉搏测试仪组成电路框图

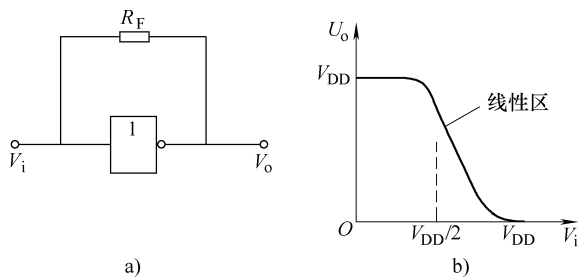


图 24-16 用非门构成线性放大电路

1) 放大与整形电路: 放大与整形电路如图 24-17 所示, 其中非门 D1 和 D2 构成两级放大器, D3 和 D4 构成施密特触发器, 完成整形功能。

为了使 D1 和 D2 非门处于传输特性的线性区, 应适当选取反馈电阻 R_1 的阻值。其阻值不能太小, 否则, 非门的输出与输入之间的信号直接馈通。一般 R_1 值应比非门的输出电阻 R_o 大两个数量级 (非门 $R_o = 8 \sim 15\text{k}\Omega$), 但 R_1 的阻值也不能太大,

否则将使工作点稳定性变差, 甚至有可能偏离出线性区。因此, R_1 值应比非门的输入电阻 R_i 小 1~2 个数量级, 其中 $R_i = 10^{10}\Omega$, 所以 $R_1 = 1 \sim 10\text{M}\Omega$, 可选为 $5.1\text{M}\Omega$ 、 $2.2\text{M}\Omega$ 等值。

由非门构成的放大电路, 其放大倍数约为 20 倍, 一般是不可调的, 如放大倍数不够, 可采取多级放大器级联起来, 增大放大倍数。

D3 和 D4 门通过正反馈构成施密特触发器, 电阻比值 R_2/R_3 影响其回差值, 一般可先根据下式确定电阻 R_3 ,

$$R_3 \gg (V_{OH} - V_{TH}) / I_{OH}(\text{max})$$

式中, V_{OH} 为门电路的输出高电平 (约等于 V_{DD}); V_{TH} 为门电路的阈值电压 (约等于 $V_{DD}/2$), $I_{OH}(\text{max})$ 为所选门电路的高电平输出电流最大允许值。通常把 R_3 值取得较大 (大于 $10\text{M}\Omega$)。

当 R_3 选定后, 即可确定电阻 R_2 的阻值, 由于这里的施密特触发器主要用来对输入电压进行整形并提高抗干扰能力, 通常可按 $R_2 = (0.01 \sim 0.1) R_3$ 的关系来选取电阻 R_2 的阻值。

2) 计数器电路: 计数器是脉搏测试仪的重要组成部分, 采用 CD4553 (MC14553) 作为计数器。CD4553 有两个特点:

① 有多种功能: 锁存控制、计数允许、计满溢出和清零等。

② 是三位十进制计数器, 但只有一位输出端 (输出 BCD 码), 要完成三位输出, 采用扫描输出方式, 通过它的选通脉冲信号, 依次控制三位十进制数的输出, 从而实现扫描显示方式。

CD4553 的组成框图及其引脚排列如图 24-18a、b 所示, 功能表见表 24-1。现在简要说明这些引脚的功能:

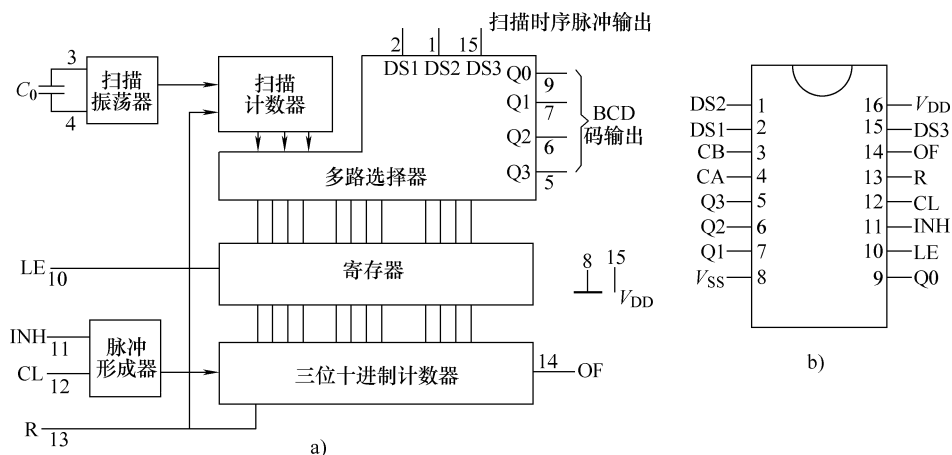


图 24-18 CD4553 的组成框图及其引脚排列

① CL (引脚 12) 为计数脉冲输入端。

② INH (引脚 11) 为计数允许控制端, 当 INH 为 “0” 时, 计数脉冲由 CL 端进入计数器, 而当 INH 为 “1” 时, 禁止计数脉冲输入计数器, 计数器保持禁止前的最后计数状态。

③ LE (引脚 10) 为锁存允许端, 当 LE 为 “1” 时, 锁存器呈锁存状态而保持原有锁存器内信息。

④ R (引脚 13) 为复零端, $R=1$ 时, 计数器输出 $Q_0 \sim Q_3$ 皆为 0。

- ⑤ 溢出 OF（引脚⑭），当 MC14553 每计满 1000 个脉冲时，溢出端输出一个脉冲，然后重新开始计数。
- ⑥ 输出哪一位的计数值由选通脉冲 DS1~DS3 控制（低电平有效）。
- 采用 MC14553 作为计数器有以下几点理由：
- ① 计数输出为 BCD 码，便于译码显示。
 - ② 具有显示驱动扫描选通脉冲输出，可实现动态显示。
 - ③ 具有计数允许（INH）和溢出（OF）控制端，可实现其他功能的要求。

表 24-1 CD4553 功能表

输 入				输 出
R	CL	INH	LE	
0		0	0	不变
0		0	0	计数
0	×	1	×	不变
0	1		0	计数
0	1		0	不变
0	0	×	×	不变
0	×	×		锁存
0	×	×	1	锁存
1	×	×	0	Q0=Q1=Q2=Q3=0

3) 译码和显示电路：译码器的功能是把计数器 CD4533（MC14553）输出的计数结果（BCD 码）转换成七段字形码，以驱动数码管，实现数字或符号的显示。

CD4511 是常用的 BCD 码-七段显示译码器，它本身由译码器和输出缓冲器组成，具有锁存、译码和驱动等功能，其输出最大电流可达 25mA，可直接驱动共阴极 LED 数码管。

CD4511 的逻辑电路框图和引出端功能图可参考有关资料，这里不再赘述。

译码显示采用扫描方式，使三位数字显示只需一片 CD4511 译码器，这种显示方式可简化电路、节省元器件和降低功耗。扫描显示方式的原理如图 24-19 所示。该图为三位 LED 显示，所有位的七段码线都并联在一起，而各位数码管的共阴极（对共阴 LED 数码管）D1、D2、D3 分别被计数器 CD4553 输出的扫描时序脉冲 DS1、DS2、DS3 控制（本设计电路中，DS1~DS3 经晶体管 VT1~VT3 控制 D1~D3），从而实现各位的分时选通显示。但要注意，为了显示稳定，应使扫描时序脉冲的频率合适，频率过低将会使显示产生闪烁，而频率过高将会使显示产生余辉。扫描频率与显示数码管的位数有关，位数越多，扫描频率越高，通常扫描频率取几百赫兹，可通过调整 CD4553 的电容 C_s 值来决定。

数码管限流电阻值需根据数码管电流的允许值进行计算。若把电路中的某位显示电路单独画出来，如图 24-20 所示。

限流电阻 R₁~R₇，可按下式进行估算：

$$R_1 \sim R_7 = (V_{OH} - V_D - V_{CE}) / I_S$$

式中，V_{OH} 为 CD4511 输出高电平（约为 V_{DD}）；V_D 为 LED 正向工作电压（约为 1.5~2V）；I_S 为数码管的笔段电流（约 5~10mA）；V_{CE} 是晶体管 VT 的管压降（约为 1V），则可求得 R₁~R₇ 约为 0.5kΩ。

上面的限流电阻也可以串接在晶体管的集电极与地之间（这时原来

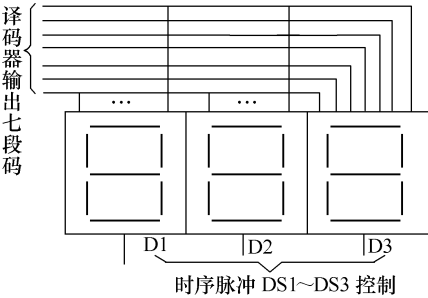


图 24-19 三位数码管显示电路

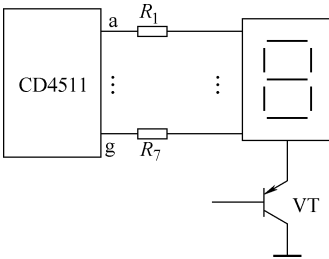


图 24-20 某位显示电路

三位显示器的 3 个晶体管的集电极要并联在一起), 这样就可利用 1 个电阻代替原来的 7 个电阻, 这种接法的限流电阻仍可用上式计算, 但 I_s 不是数码管每段电流, 而应该取七段电流的总和。

4) 时基信号产生电路: 时基电路应产生一个方波定时脉冲, 用来控制计数器 CD4553 的计数允许 INH 端, 以便使计数器在定时脉冲宽度固定的时间内进行对脉搏电脉冲计数, 固定时间为 1min (或 30s)。

为了得到精确的定时信号 (计数器的门控信号), 采用振荡、分频的方法, 在参考电路中选用了 CD4060 组件来完成这种功能。

CD4060 是一个 14 位二进制串行计数器 (分频器), 但是它内部除了有 14 个 T 型触发器 (组成 14 位计数器) 外, 还包含一个振荡器, 只要在 CP1、CP0 和 CP0 端外接电阻和电容, 就可以构成 RC 振荡器。

为了得到 60s 脉宽的定时信号, RC 振荡器的输出脉冲需经 2^{14} 次分频得到, 该单元电路如图 24-21 所示, 则 RC 振荡器的脉冲的频率 f_o 应为

$$f_o = 2^{14} / (60 \times 2) \text{ Hz} = 136 \text{ Hz}$$

当 CD4060 接成 RC 振荡器时, 其振荡频率 f_o 与 RC 之间有以下近似关系:

$$f_o \approx 1 / (2 \cdot 2R_T C_T)$$

电阻 R_T 的值应大于 $1\text{k}\Omega$, 电容 C_T 应大于或等于 100pF 。一般可先选定电容 C_T 的电容量, 再根据上式估算出电阻 R_T 的值。

电阻 R_s 是为了改善振荡器的稳定性, 减少由于器件参数差异而引起振荡周期的变化而接入的, R_s 的阻值应尽量大于 R_T , 一般可取 $R_s = 10R_T$, 此时, 振荡周期的变化可大为减小。

为了得到准确的振荡频率值, 实际上 R_T 和 R_s 均应采用电位器, 以便调整。

5) 心律监测电路: 对脉搏测试仪来讲, 不仅能测出人的心脏每分钟跳动次数, 还能够指示出心律是否正常, 心律不正常 (心律不齐) 是指脉搏中间出现停跳的状态, 即在连续的脉搏电信号中出现脉冲失落的现象。通常可采用漏失脉冲检出电路来进行监测, 如图 24-22 所示。

漏失脉冲检出电路的核心部分是由 555 定时器组成的单稳态触发器。此外, 在外接电容 C 的两端并入了一个晶体管 VT。在没有加入触发脉冲前, 电路处于稳态, 输出端 (NE555 定时器③脚) 为低电平, $u_o = 0$ 。当输入端 (555 定时器⑦脚) 的触发脉冲下降沿到达后, 电路进入暂稳态, 输出端为高电平, $u_o = 1$ 。而后, 电源电压 V_{CC} 通过电阻 R 开始向电容 C 充电, 当充电至 $2V_{CC} / 3$ 时, 电路又返回到稳态, 输出端重新回到低电平, $u_o = 0$, 这个稳态一直维持到下一个触发脉冲下降沿到达时为止。暂稳态持续时间 (输出脉冲宽度 t_w) 只取决于外接电阻 R 和电容 C 的大小, $t_w = 1.1RC$ 。单稳态电路的工作波形如图 24-23 所示。

漏失脉冲检出电路的基本原理是使电路在没有漏失脉冲时, 电容 C 的充电值始终达不到 $u_c = 2V_{CC} / 3$, 则输出端将一直维持高电平。但是, 当有漏失脉冲时, 电容 C 充电时间加长, 可使电容 C 充电值达到了 $2V_{CC} / 3$, 于是电路由暂态返回稳态, 输出端变为低电平。在下一个触发脉冲下降沿到达时, 输出端又变为高电平, 结果在漏失脉冲状态下, 输出端产生一负脉冲, 它可作为有漏失脉冲的标志信号。现在结合图 24-22 所示的电路和工作波形 (见图 24-24) 进行说明。

假设单稳电路开始时 $u_o = 1$, 本来电容 C 应通过电阻 R 被电源电压 V_{CC} 充电, 但此时 u_i 为低电平, 晶体管 VT 饱和导

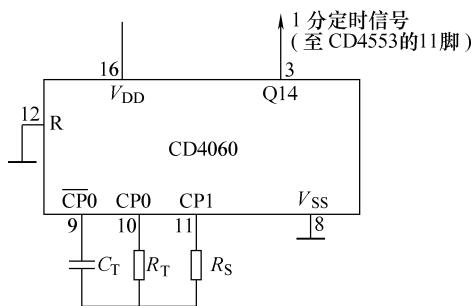


图 24-21 60s 定时电路

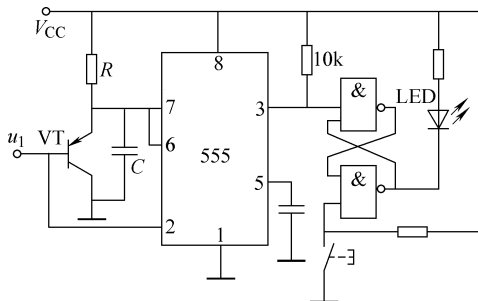


图 24-22 心律监测电路

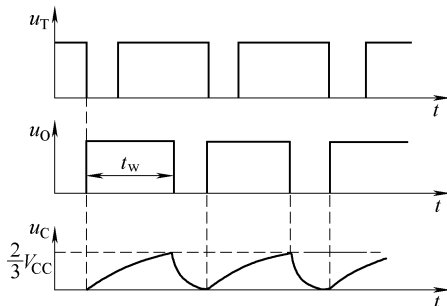


图 24-23 单稳态电路的工作波形

16. 青少年预防近视电路

这种测光报信器，在灯光达不到一般适宜读写的强度时，就会发出一阵报信声响，提醒你调换学习环境或加强光照，从而起到预防近视的作用。

图 24-26 是报信器的原理电路。图中光敏晶体管 VLS 是测光器件，它与微调电位器 RP 组成分压电路。当报信器用作防近视测光时，把短路插头 XP 插入插座 XS，这样 XS 的三个触点就都连通了，报信器开始工作。如果此时被测光照达不到书写要求，由于 VT2 集电极和发射极间的内阻较大，将使晶体管 VT2 及 VT4 的发射结获得大于 1.2V 的正向偏压而导通，VT2 导通后，其集电极、发射极相当于一个阻值不大的电阻，它与电阻 R_3 串联后作为 VT3 的集电极负载电阻，这样就使 VT3、VT4 及压电陶瓷发声片 BL 等组成的多谐振荡器振荡，BL 发出“嘀…嘀”的报信声，表示光照太暗，不适宜阅读书写。

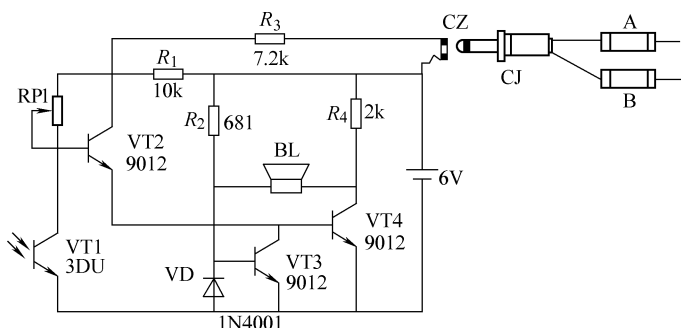


图 24-26 青少年预防近视报信器电路

17. 超声波治疗仪电路

医学研究表明，超声波对人体组织细胞具有微按摩作用，可促进血液循环与淋巴循环，改善组织的营养及新陈代谢，提高组织的代谢能力，同时还具有增加热能和消炎、消肿的功效。下面介绍一款简易超声波治疗仪，供制作时参考。

(1) 电路工作原理 该超声波治疗仪电路由电源电路、超声波振荡电路和输出电路组成，如图 24-27 所示。电源电路由变压器 T1、桥式整流电路、滤波电容器 C_1 、7815 三端稳压器、开关 S 和电源指示发光二极管 LED 组成。

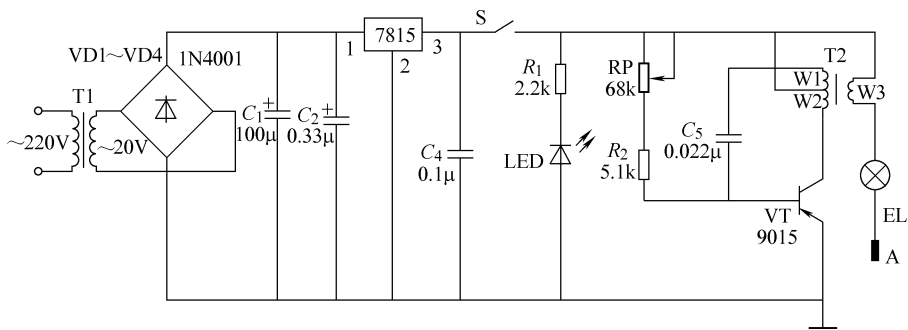


图 24-27 超声波治疗仪原理电路图

超声波振荡电路由晶体管 VT、电容器 C_2 、电阻器 R_2 、电位器 RP 和振荡变压器 T2 的绕组 W1、绕组 W2 组成。输出电路由 T2 的 W3 绕组、氖指示灯 EL 和电极 A 组成。

接通电源开关 S，超声波振荡电路通电振荡，其振荡频率约为 40kHz。超声波振荡电路振荡工作后，在 T 的绕组 W3 上产生 5kV 左右的脉冲电压。

使用时，将电极 A 接触有病兆的人体组织，T 输出的脉冲高压将通过 EL 对人体辉光放电，产生放电电流。人体组织在此高频弱电流的作用下，即可产生微动按摩、适量的热量，起到消炎镇痛等效果。

调节 RP 的阻值，可改变 C_2 的充电速度，从而改变超声波振荡器的振荡频率。

(2) 元器件选择 R_1 和 R_2 均选用 1/4W 金属膜电阻器。RP 选用小型合成碳膜电阻器或可变电阻器。 C_1 选用耐压值为 25V 的铝电解电容器； C_2 选用独石电容器或 CBB 电容器。LED 选用 $\phi 5\text{mm}$ 的绿色发光二极管。VT 选用 S9015 或 3CG9015 型硅 NPN 晶体管。S 选用小型单极式开关。

18. 周林频谱仪电路

周林频谱仪是一种治疗、保健的仪器，它能治疗多种疾病，受到用户的欢迎。
这里以 FS84-16P 为例，介绍它的工作原理，供读者参考。

电路如图 24-28 所示。EL 为电源指示灯，T 为定时器，由它控制仪器的工作时间。双向晶闸管 VTH 组成三挡晶闸管调压电路，用琴键开关切换电压。桥式整流电路 VD1~VD4 将 VTH 的输出电压变为脉动直流电。 R_1 、 R_2 为发热磁管热电阻，调节 VTH 的输出电压， R_1 、 R_2 的发热量跟着发生变化，以适应不同患者的需要。

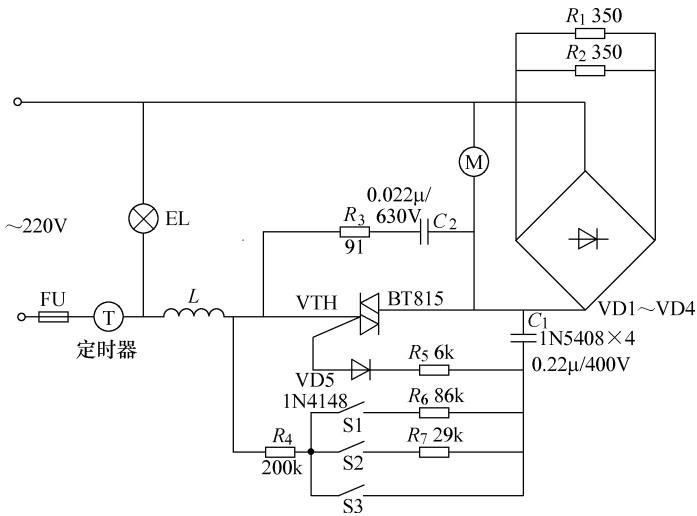


图 24-28 周林频谱仪电路

19. 精神疲劳测试电路

人的眼睛有一个重要的特性称为“视觉暂留”特性。正由于人眼有这个特性，所以人们看电影、看电视和在荧光灯下工作时，虽然上述这三种东西都有一定的闪动频率，但由于人眼有“视觉暂留”特性，所以看起上述东西来就成为连续而不是闪动断续的了。当光作用于人眼时，人所能感觉到的光的最高闪烁频率，与人的疲劳程度和饮酒量多少有关。于是我们制作了这个小电路，把它调到一定的频率，不管是白天还是晚上，都可用它来验测你是否处于疲劳状态。

本电路十分简单，它主要由一个 555 时基电路组成。555 时基电路在此作为一个无稳态多谐振荡器，其输出端接有一只发光二极管，发光二极管可以以一定的频率闪光。通过电位器 RP，可以把此闪动频率调整在 20~50Hz 之间。大多数人在正常情况下能感测到的最高闪动频率为每秒闪动 30~40 次，测试你是否疲劳的临界闪烁频率可在星期天早晨进行，因为星期天早晨醒来，你的体力恢复得最好。作为试验，调节电位器 RP，使你看到 LED 闪动和觉得眼前冒火星时，表明你疲劳了。当你感到疲劳状态时，闪烁频率要上升，即正常情况下看为连续的光，疲劳时却觉得光在闪烁。

由于采用发光二极管，故在日间或夜间均可使用。本电路电流消耗仅为 25mA，电池电压为 9V，电路如图 24-29 所示。

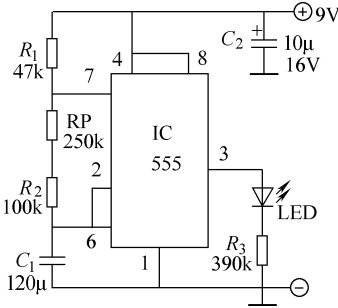


图 24-29 疲劳测试电路

20. 电子催眠电路

随着人们生活节奏的提高，紧张、激烈的竞争，不少人患上了失眠症，给工作和健康带来威胁。为此这里介绍一种可行、有效的方法，一曲光电控制催眠音乐可为你解除失眠的烦恼，让你走进梦乡。

(1) 电路原理分析 电路如图 24-30 所示。采用光耦合器 4N25, 利用输出端对输入端无反馈作用, 信号只能单向传递的原理, 实现光传递控制。光耦合器由发光二极管和光敏晶体管组成。 R_1 、4N25 构成信号控制电路, VT1、VT2、K、Y 组成音频振荡电路。电路正常时, 直流输出经 R_1 加至 4N25 的①、②脚, 发光二极管发光, 使⑤、④脚导通, VT1 基极零偏而截止, 音频振荡器不工作。当 a、b 两端开关 S1 短路时, 电压为零, 发光二极管不工作, 光敏晶体管截止, 与 R_2 分压, 给 VT1 基极提供正向偏流, 使其导通。VT2 放大管工作, 集电极上继电器 K 线圈有电, K 常开触点闭合, 发光二极管 LED1、LED2 闪闪发光, 音乐片电路工作, 奏出一首美妙动听国际名曲, 带你走进梦乡。断开 S1, 电路又恢复等待状态。电源用双 6V 直流供电。

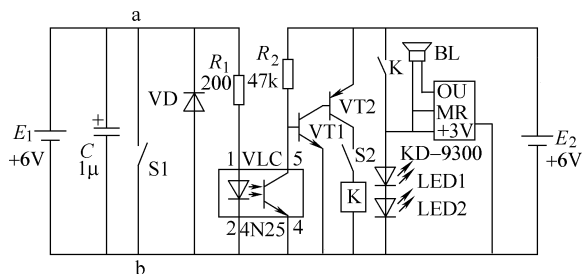


图 24-30 光电控制催眠曲电路

(2) 元器件选择 光耦合器 VLC 选 4N25, 音乐片选用国际名曲 KD-9300; +6V 电源选用电池; VD 为 1N4001, K 选用 JRX-13F 型小功率继电器, VT1 为 3DG12, VT2 为 3CG21; LED1、LED2 选用直径 $\phi 3$ 的红色发光二极管, 扬声器 BL 选用小型的。其他元件参数如图 24-30 所示。

(3) 安装与调试 根据原理图设计印制电路板图或自购, 把元件焊接在印制电路板上, 电源安装固定在机箱底板上。扬声器安装在机箱侧板内壁上。电源开关、指示灯、测试插孔安装在前面板上。按原理图对应连线即可。最小参考尺寸 120mm×8mm, 可用绝缘材料如木板、塑料板加工或外购。

21. 记忆力增强电路

为了增进人的记忆力, 人们总在和遗忘作斗争。

近年来, 人们用各种学习方法, 去加强记忆力的培养。

图 24-31 为记忆力增进器的原理电路。这是一种普通的两级音频放大电路。声音由扬声器 BL 输入, 经 VT1 和 VT2 两级放大, 再由耳机 BE1、BE2 接收。电路中 VT1 和 VT2 均采用低内阻的 3AD6C 大功率晶体管, 因而可获得较高的增益, 调试时, 调整 R_1 和 R_4 , 使 VT1 和 VT2 的集电极对地电压分别为 -1.2V 和 -2.5V, 相应的集电极电流分别约为 90mA 和 100mA。调整完后, 用嘴对着传声器作深呼吸和吸气, 在受话器里应能听到清晰的呼气声和吸气声, 并且不失真。如不能达到这种效果, 应重新调整 R_1 和 R_4 , 直至达到要求为止。

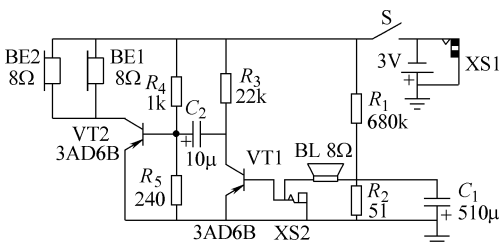


图 24-31 记忆力增强电路

插座 XS1 供外接直流电源用。插座 XS2 供外接录音机、收音机等音频信号用。当接入其他音频信号时, 本装置就成为一个高增益的扩音机, 耳机 BE1、BE2 同时发声, 可以产生足够大的输出功率。

22. 睡眠唤起电路

假设安装一台定时唤醒器, 你就可安心无虑地休息, 一到预定时间它就会自动发出“响声”, 唤醒你起床。如果你不按时起床, 它会发出小鸟一样的叫声, 再次叫你起床。

电路如图 24-32 所示。IC1 (NE555 时基电路) 与 C_1 、 C_2 、 R_1 等组成开机延时电路。开机时, S1 闭合, S2 断开, 延时计时开始, 这时输出端③脚为低电平, IC2 (NE555 时基电路) 得不到电源供电, 扬声器不响。在 IC1 时基电路经过了一个延迟时间 ($T_a = 1.1R_1C_1$) 后, ③脚立即从低

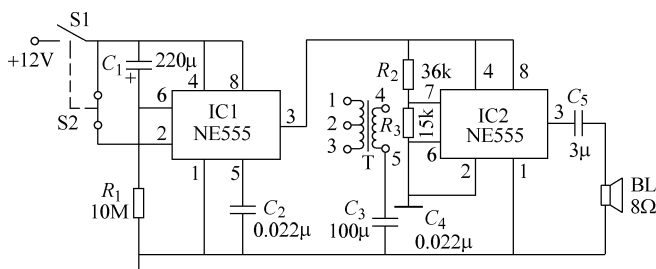


图 24-32 睡眠唤起电路

电平翻转到高电平,这样,IC2 电路便获得了电源。在此,IC1 电路就相当于一只延时继电器,而这个延迟时间就是我们设定的睡眠时间。一旦③脚为高电平,就会一直保持下去,直到关机为止。

IC2 电路组成一个具有间歇振荡器的音频讯响器。变压器 T 和 C_3 串联后接在 IC2 的⑦脚上,组成了一个间歇振荡器;而 R_2 、 R_3 、 C_4 、 C_5 及扬声器 BL 等与它又组成了自激多谐振荡式音频讯响器。在电源接通的开始一段时间内,由于绕组 T 对 C_3 有一个充电过程,所以扬声器只产生响声,这就是唤醒初始信号。如果不及时间起床,间歇振荡器工作时 (C_3 从充电到放电的过程也较短),在它的调制下,扬声器便断续地发出小鸟一样的“叽喳喳”叫声,催人快起。

23. 精神压力消除电路

生活的快节奏,市场的激烈竞争,都会给你带来精神上的压力。本例介绍的精神压力消除电路,通过声音信息帮助你放松心情,迅速缓解或消除精神压力。

(1) 电路组成 该精神压力缓解器电路由皮肤电阻检测/指示电路和音频电路组成。

皮肤电阻检测/指示电路由电极 a、b、电阻器 $R_1 \sim R_4$ 、电位器 RP1、电容器 C_1 、晶体管 VT 和电流表 PA 组成。

音频电路由时基集成电路 IC、电阻器 R_5 与 R_6 、电容器 C_2 与 C_3 、音量电位器 RP2 和扬声器 BL 组成。IC 与 R_5 、 C_2 组成单稳态多谐振荡器电路,如图 24-33 所示。

(2) 电路工作原理 接通电源开关 S 后,GB 为整机提供 9V 直流工作电压。

使用时,用胶带将电极 a、b 粘固在活动较少的一只手的两根手指上,然后使手放松并保持不动,使电极和皮肤接触良好。皮肤的导电性随着人的精神状态发生微弱的变化(通常,紧张程度增加时,皮肤的电阻降低;紧张程度下降时,皮肤电阻增大),这一变化的电阻在两电极之间产生一个变化的电压信号。该电压信号经 VT 放大后,一方面通过电流表 PA 指示出精神压力的强度(监测用户的情绪波动状况);另一方面使单稳态多谐振荡器振荡工作,BL 发出不同音调声(皮肤电阻越小,音调越高;皮肤电阻越大,音调越低)。

RP1 用来调节测试的灵敏度(使用时应先将 RP1 的阻值调制最小,然后再根据人的精神状态的变化逐渐增大其阻值)。RP2 用来调节 BL 发声的音量。

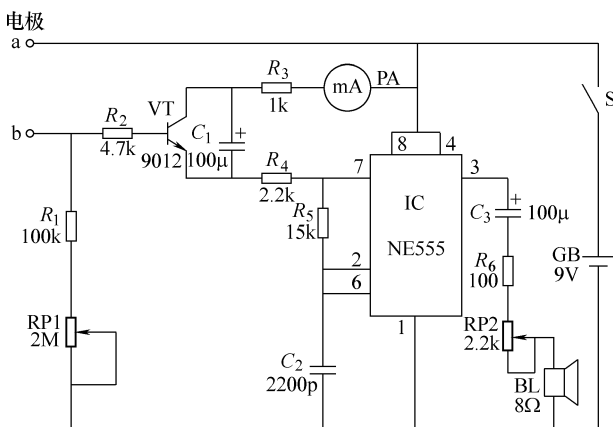


图 24-33 精神压力消除电路

24. 视力保健电路

(1) 电路组成 本视力保健测光器电路由电源电路、测光电路和 LED 指示电路组成,如图 24-34 所示。

电源电路由电源开关 S、电池 GB、电阻器 R_1 和电源指示发光二极管 LED1 组成。

测光电路由光敏电阻器 RG、电位器 RP、电阻器 R_2 和晶体管 VT1 组成。

LED 指示电路由电阻器 R_3 与 R_4 、晶体管 VT2 与 VT3 和发光二极管 LED2 与 LED3 组成。

(2) 电路工作原理 接通电源开关 S,LED1 点亮。在环境光照度适合读写时,RG 的阻值较小,VT1 导通,VT2 截止,LED2 不发光,VT3 导通,LED3 点亮;当环境光线较暗、低于读写要求时,RG 的阻值增大,使 VT1 截止,VT2 导通,LED2 点亮;同时 VT3 截止,LED3 熄灭。调节 RP 的阻值,可改变光控的灵敏度。

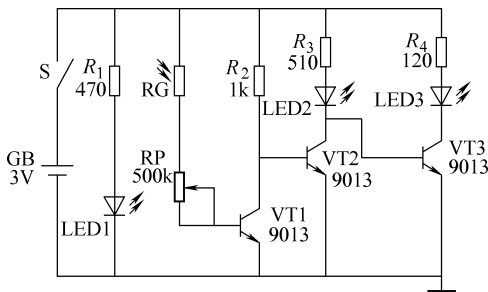


图 24-34 视力保健测光器电路

25. 心律测试电路

医生经常用听诊器测量人的心律快慢，是否有杂音。能否用一个电路，来代替听诊器呢？本例介绍一个电路，它能将心脏跳动的声音进行放大，并通过扬声器播放心脏跳动的声音，以此判断患者心脏早搏或心律不齐。

(1) 电路组成 该心律测试仪电路由压电式传感器 B、前置放大电路、低频放大电路和功率放大电路组成,如图 24-35 所示。

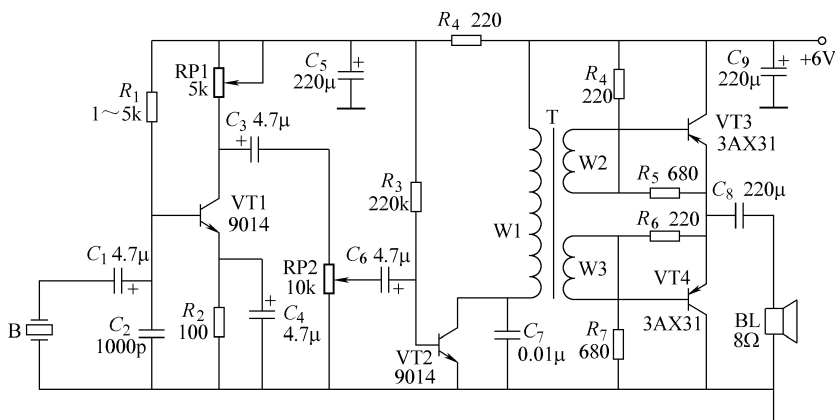


图 24-35 心律测试电路

前置放大电路由电容器 C_1 、 C_2 、 C_4 ，电阻器 R_1 、 R_2 ，晶体管 VT1 和电位器 RP1 组成。

低频放大电路由电容器 C_3 、 C_6 、 C_7 ，音量电位器 RP2，电阻器 R_3 、 R_4 ，晶体管（低放管）VT2 和变压器 I 组成。

功率放大电路由变压器 T, 晶体管 VT3、VT4, 电阻器 $R_4 \sim R_7$, 电容器 C_8 和扬声器 BL 组成。

(2) 电路工作原理 使用时, 将压电式传感器 B 放在心脏区域的肌肉表面并用手掌按住。B 会将心脏跳动声转变为相应的电信号, 该信号经 VT1 前置缓冲放大、RP2 音量控制、VT2 低频放大及 VT3、VT4 功率放大后, 可以听到通过扬声器 BL 输出放大后的心脏跳动声。

调整 RP1 的阻值, 可以调节前置放大电路的工作电压, 从而改变前置放大电路的灵敏度。

26. 自动换气扇电路

给普通换气气扇加装一套自控装置就成为自动换气扇。这套装置在感受炒菜油烟、香烟雾等有刺激性气体时,能够自动接通换气气扇电源,将厨房内的污浊空气抽净后,又能自动关闭。

图 24-36 是换气扇自控部分电路。电路由一级差分放大器和继电器控制电路构成。传感器件采用 HQ-2 型气敏半导体传感器,它具有灵敏度高、响应和恢复时间短、电导率变化大、稳定性好等优点,对于有毒及可燃性气体,如一氧化碳、天然气及烟雾等都具有较高的灵敏度。HQ-2 型气敏半导体器件在使用时需 5V 左

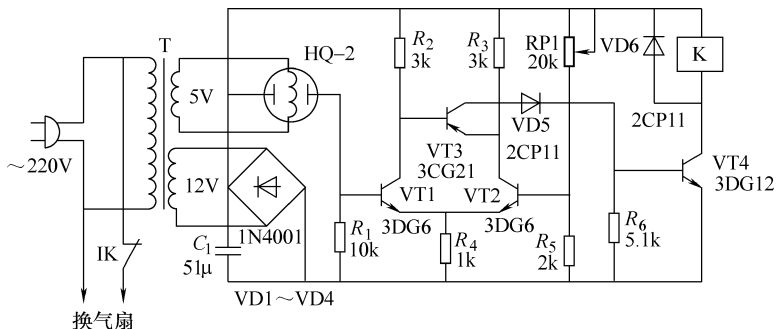


图 24-36 自动换气扇电路

差分放大器由晶体管 VT1 和 VT2 构成, HQ-2 与 R_1 、RP1、 R_5 共同构成了差分放大器的输入电桥。平时, 调整 RP1 使差分放大器输出负压 (即 VT1 的集电极电压高于 VT2 的集电极电压)。由于晶体管 VT3 的发射结接在差分放大器的输出端, 这个输出负压使 VT3 截止, 此时, VT3 集电极中无电流流过, VT4 也截止, 继电器不吸合。

当 HQ-2 感受到烟雾等有害气体时, 两个测量电极间的电阻值将要变小 (阻值变小的程度与有害气体的浓度成正比)。此时, 差分放大器的输入电桥改变了原来的状态, 于是 VT1 的集电极电位开始下降, VT2 的集电极电位将要上升。当室内有害气体的浓度积累到一定程度, 差分放大器的输出电压变为正压 (即 VT2 的集电极电压高于 VT1 的集电极电压) 并且增大到一定程度时, 晶体管 VT3 饱和导通。于是电阻 R_6 上的电压增高, VT4 也饱和导通, 继电器吸合, 将换气扇的电源接通。

随着室内的污浊空气被抽排干净, HQ-2 的两个测量极间的电阻又逐渐增大。当阻值增至一定程度, 将使 VT3 又退出饱和而转为截止, 此时 VT4 也截止, 继电器因断电而释放, 换气扇又自动切断电源。

27. 病房输液加热器电路

冬季到来, 液体温度较低, 与人体的体温 36°C 温差太大, 会导致病人输液时出现疼痛、发冷等不适症状。本例介绍的输液加热器, 可以对输液器加热, 使人感到舒适。

(1) 电路组成 该输液加热器电路由无稳态多谐振荡器、温度检测控制电路、加热电路和电源电路组成, 如图 24-37 所示。

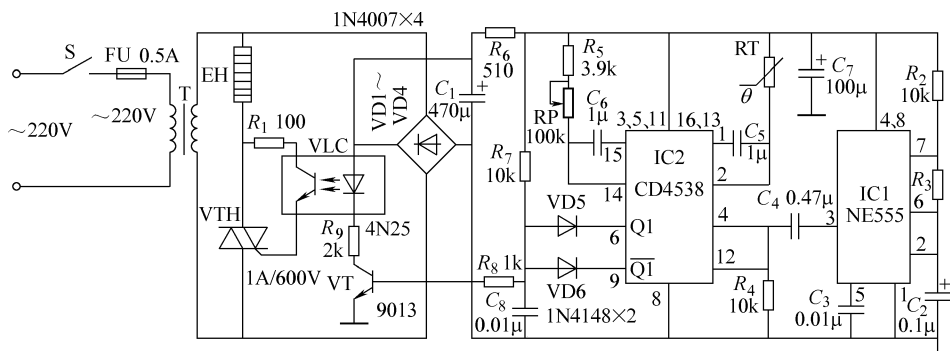


图 24-37 病房输液加热器电路

无稳态多谐振荡器电路由电阻器 R_2 、 R_3 、电容器 C_2 、 C_3 和时基集成电路 IC1 组成。温度检测控制电路由触发器集成电路 IC2, 热敏电阻器 RT, 电位器 RP, 电阻器 R_4 、 R_5 、 R_7 、 R_9 、电容器 C_4 、 C_6 、晶体管 VT 和二二极管 VD5、VD6 组成。

加热电路由光耦合器 VLC、电阻器 R_1 、晶闸管 VTH 和加热器 EH 组成。

电源电路由电源开关 S、熔断器 FU、电源变压器 T、整流二极管 VD1~VD4、滤波电容器 C_1 、 C_7 和限流电阻器 R_6 组成。

(2) 电路工作原理 接通电源开关 S, 交流 220V 电压经 T 降压、VD1~VD4 整流、 C_1 滤波后, 一路为光耦合器 VLC 内部的发光二极管提供近 18V 直流电压; 另一路经 R_6 限流及 C_7 滤波后, 为 IC1 和 IC2 提供工作电源。

无稳态多谐振荡器振荡工作后, 从 IC1 的③脚输出方波脉冲信号, 该脉冲信号经 C_4 和 R_4 微分处理后, 从 IC2 的④脚和⑫脚输入, 触发 IC2 内部的两个单稳态电路, 并进行脉冲宽度比较。当 IC2 的⑥脚和⑨脚同时输出高电平时, VD5 和 VD6 截止, VT 导通, VLC 内部的发光二极管点亮, 光敏晶体管导通, 使 VTH 受触发而导通, EH 通电开始加热。随着药液温度的上升, RT 的阻值开始下降, 当加热温度达到 RP 的设定温度时, IC2 的⑥脚由高电平变为低电平, VD5 导通, VT 和 VLC、TH 均截止, EH 停止加热。当药液的温度降至一定值时, IC2 的⑥脚又输出高电平, VD5 截止, VT 和 VLC、TH 又导通, EH 又开始加热。以上过程周而复始地进行, 即可使药液的温度恒定在 RP 的设定值附近。

28. 电子听诊器电路

长时间使用听诊器, 医生两耳常被夹得痛苦难忍。如果采用电子听诊器, 就可解决医生的痛苦, 电子听诊器能将声音放大, 由扬声器放出的宏亮声音还能供几个人同时会诊。下面介绍的这台电子听诊器, 电路简单、取材方便, 只要具有安装晶体管收音机的经验, 都可制作成功。

电子听诊器的电路如图 24-38 所示。由传声器 BM 感受到的听诊信号, 被送进 VT1、VT2 组成的前置放大器中进行放大, 放大后的信号又通过电位器 RP1 被送进由 VT3~VT5 组成的功放级进行功率放大, 放大后的信号由扬声器还原成声音。

电路中的前置放大器共有两级, 为了能使低频信号 (由心肺发出的声音信号, 低频成分很重) 顺利地通过, 级间采用了直接耦合。同时, 为了减小失真, 电路中还加了较深的负反馈。功放级采用了一般收音机中常用的 OTL 功放电路, VT3 为激励放大, VT4、VT5 为推挽功放。由于 VT4、VT5 分别采用不同导电类型的 NPN 型硅管和 PNP 型锗管, 当输入交流信号时, 两管将轮流交替地工作。为了说明问题, 假设输入为一正弦信号。当信号为负半周时, VT3 的集电极电位上升, NPN 型的 VT4 导通 (PNP 型的 VT5 截止), 此时, 电源 E 通过 VT4 的 c、e 极和扬声器 BL 向电容 C_7 充电; 当信号为负半周时, VT3 的集电极电位降低, PNP 型的 VT4 导通 (NPN 型的 VT5 截止)。这时, 电容 C_7 通过 VT4 的 e、c 极和扬声器 BL 放电, 这样, 在交流信号的一个周期内, 扬声器中通过的充电电流和放电电流就合成了整个信号的波形。这种电路和传统的带输入、输出变压器的推挽电路相比, 省掉了笨重的变压器, 频率响应更好。在 OTL 电路中, 为了减小交越失真, 还为 VT4、VT5 设置了一个很小的偏置电压, 这个电压由 VD1、VD2 的正向压降提供。此外还增设了自举电容 C_6 , 其目的是为了扩大 VT4 的动态范围, 从而增加输出功率。

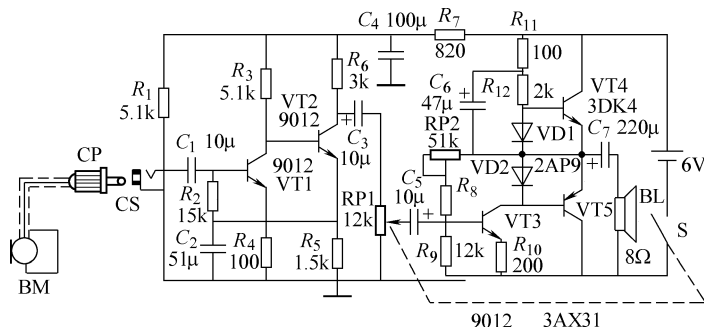


图 24-38 电子听诊器电路

29. 电子体温计电路

电子体温计电路具有方便、直观、测温速度快等优点。

图 24-39 是电子体温计电路。在电路中, 由热敏电阻 RT 、 $R_1 + RP1$, R_2 和 R_3 共同构成一个感温电桥, 感温电桥的输出端接中增益集成运算放大器 ICFC3 的输入端。平时, 将热敏电阻置于 35°C 的环境中, 调整 RP1, 使电桥处于平衡。当温度升高时, 热敏电阻的阻值减小, 电桥处于不平衡状态, 由运算放大器放大后的不平衡电压, 将引起电流表 PA 相应偏转, 如果在表头上标出相应的刻度, 不同的指针偏转角度即可代表不同的体温。

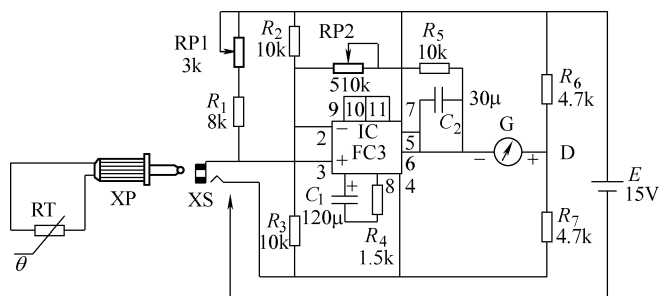


图 24-39 电子体温计电路

电路中的 RP1 供电桥平衡调整用, 调整它的阻值, 可使电桥在不同的温度下处于平衡。当电桥平衡时, 表头指示为零, 也就相当于确定了起始的测试体温。RP2 为集成运放的反馈电阻, 调整 RP2, 可以控制电路的增益。在相同输入的情况下, 增益提高, 表头的偏转增大, 增益降低, 表头的偏转变小, 也就是说, 调整 RP2 可以确定表头满偏时所对应的体温。

本电路采用 15V 积层电池供电, XS 为测温传感器的插口, 它同时还兼做电源开关, 当传感器的插头插入时, XS 自动将电源接通, 拔出插头时, 又自动将电源切断。

及集成块 IC1 的①、②、③脚等组成的, 2Hz 低频脉冲发生电路得电工作。IC1 的⑨脚输出 2Hz 脉冲信号电压, 经电阻 R_6 至晶体管 VT1 基极, 经 VT1、VT2 放大后至脉冲变压器 TM 一次侧。经 TM 升压, 二次输出绕组上产生一定幅度的电压间歇脉冲 (2Hz), 并经输出电极加至患者相应部位。

电位器 RP1 的作用是调节输出强度大小, 电阻 R_3 与 R_5 、电容 C_4 、二极管 VD4 与 VD5 及集成块 IC1 的⑫、⑬、⑥脚等组成 200Hz 脉冲振荡电路。若需要 200Hz 脉冲波时, 按下输出频率选择开关 SB2, 电容 C_5 被短路, 2Hz 脉冲发生电路停止工作。IC1 的⑨脚输出 200Hz 脉冲, 经 VT1、VT2 放大后输出连续脉冲波 (200Hz)。

IC1 为双时基集成块, 其中④、⑭脚为电源端, ⑦脚为接地端, ⑨脚为输出端。发光二极管 LED 和电阻 R_2 组成工作指示电路。在电路正常工作时, LED 随输出脉冲波的高低同步闪烁。

32. 脉冲治疗仪电路

电路如图 24-42 所示。脉冲治疗仪电路能起到活血化瘀, 治疗疼痛的目的。

(1) 电路原理 接通电源,

闭合电源开关 S, 220V 市电经电源变压器 T1 降压后, 二次侧输出 10V 交流电压。经整流桥 VD1~VD4 整流、电容 C_1 滤波、稳压二极管 VS 稳压后, 为电脉冲振荡电路供电 (同时电源红色指示灯 LED 亮), 电脉冲振荡电路 (晶体管 VT1、振荡变压器 T2 正反馈线圈①、

②端和电容 C_2 、电阻 R_2 、电位器 RP1) 进入低频开关工作状态, 并由电位器 RP2 中心头输出 2Hz 至数十赫兹低频振荡脉冲, 通过输出电极作用于患者治疗部位, 起到治疗的作用。调节电位器 RP1 可改变低频脉冲频率。调节电位器 RP2 可改变输出脉冲强度。

(2) 使用注意事项

- 1) 电源应有良好的接地保护线 (PE)。
- 2) 开机前应将输出脉冲强度调节电位器 RP2 调至最小。
- 3) 输出电极固定至患者治疗部位时, 松紧要合适。
- 4) 治疗开始, 输出脉冲强度由小到大, 缓慢调节至患者舒适值为宜。
- 5) 使用完毕一定要将输出强度调节电位器旋至最小, 并关闭电源开关 S。

33. 理疗仪电路

电路根据人体固有的频谱, 利用热红外辐射方法, 照射患处对应的相关穴位, 产生“内热效应”调节人体生物场, 清除微循环障碍, 促进新陈代谢, 活血化瘀, 达到治疗目的。

1) 治疗机理: 频谱仪的加热管 EH1、EH2 为发热元件, 模拟人体频谱发生器释放的频谱, 激发体内的基本粒子谐振, 在病变处产生“内热效应”和生化反应, 同时调节人体生物电场来改善病变状况, 消除微循环障碍, 调节和平衡植物神经系统, 促进新陈代谢, 使体内组织恢复和再生, 从而达到治疗效果。

2) 电路工作原理如图 24-43 所示。频谱仪电路由电源开关 S1、强弱挡开关 S2、整流二极管 VD (半波整流用) 和两个频谱加热管 EH1 与 EH2 等组成。合上电源开关 S1, 频谱仪接入电源强弱挡开关 S2 选择适当挡位, 则频谱加热管 EH1、EH2 发热。当 S2 置于弱挡时, 交流 220V 经二极管 VD 整流, 输出 $0.45 \times 220V = 100V$ 电压, 供给 EH1、EH2; 当 S2 置于强挡时, 交流 220V 直接供给 EH1、EH2 (二极管 VD 被开关 S2 触点短接)。

频谱加热管 EH1、EH2 是在发热管上涂上一层频谱

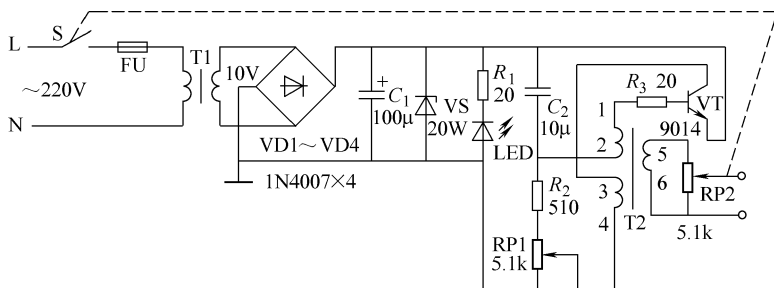


图 24-42 脉冲治疗仪电路

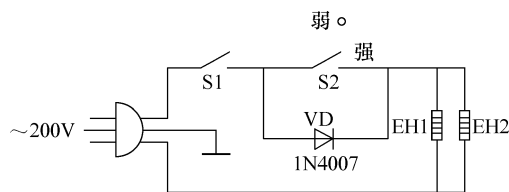


图 24-43 理疗仪电路

模拟材料构成的。

34. 尿液分析打印机电路

尿液的化验分析结束扫描系统的运动是通过电动机带动传动机构来完成的。该机的传动齿轮系统正好位于试剂带台下面。由热敏打印机和走纸电动机共同打印化验结果。

走纸电动机两端的工作电压为 14.5V。

图 24-44 中，当微处理器通过接口电路 IC 的⑩脚（控制端）输出低电平时，VT2 截止，VT1 导通，+20V 电压经由 VT1、VD2 和 R₃ 等元器件组成的稳压电路，为热敏打印机提供 18.5V 工作电压。此电压又经由 VT3、VS、R₄、R₅ 和 RP1 等元器件组成的走纸电动机稳压电路，为走纸电动机（M）提供 14.5V 工作电压，此时，热敏打印头和走纸电动机（M）得电工作。

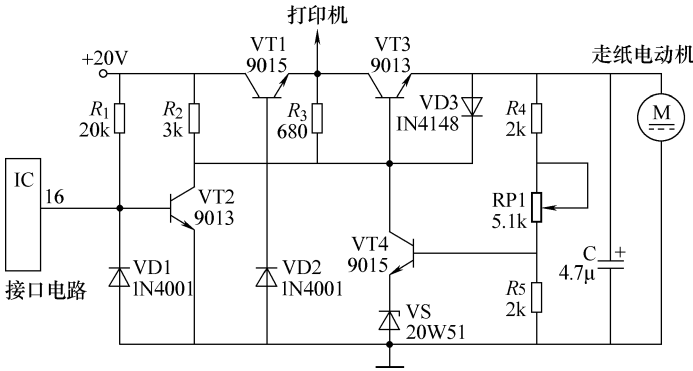


图 24-44 尿液分析打印机电路

当 IC 的⑩脚输出高电平时，VT2 导通，VT1 截止，此时热敏打印头和走纸电动机工作，当 IC 的⑩脚输出高电平时为 1.4V，输出低电平时为 0V，说明微处理器已发出了正常的控制指令，并通过接口电路传输到了控制电路。

在 IC 的⑩脚输出为低电平时，检测 VT2 的 c 极电压为 0V，稳压管 VS 击穿（短路）。更换 VD2 后试机，热敏打印头 18.5V 工作电压恢复正常。

35. 护眼电路

电路如图 24-45 所示，IC1 是一个 5 脚单列直插电路模块，其中①~④脚内部相通。图中从外部与之相连。用万用表测量，可证实 IC1 内部是一个整流桥，其②~③脚为交流输入端，④脚为整流输出正端，⑤脚为整流输出负端。

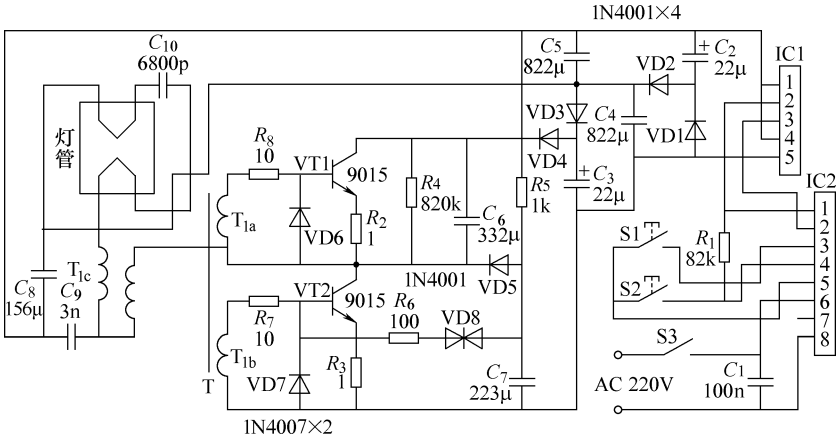


图 24-45 护眼电路

IC2 是一个单列直插电路模块，其作用是调节灯的明暗。S1 和 S2 是调节按钮。用示波器观察，IC2 的①~②脚之间输出的是 100Hz 的脉动电压。调节 S1 “强”、S2 “弱” 按钮开关，IC2 输出波形有明显的变化，同时其峰-峰值在变化，其变化范围约在 140~180V 之间。C₁ 的作用是消除灯开关的火花干扰。

VD1~VD4、C₂、C₃ 组成无源功率因数校正电路。测得 C₂ 和 C₃ 两端电压都为 106V（最暗时）到 197V（最亮时），而 C₂ 正极到 C₃ 负极之间的直流电压（即整流电路的输出电压），最暗时为 116V，最亮

时为 233V。

VT1、VT2 是两个高压大功率晶体管。这两个晶体管与其外围元器件构成振荡电路。在启动电路 R_5 、 C_7 及正反馈变压器 T1 等电路的配合下，两个晶体管轮流导通，产生高频高压，点亮灯管。

36. 超短波治疗机电路

超短波治疗是采用物理治疗的仪器之一，其工作原理是采用极板形式发出高频电磁波，使患病部位的分子产生剧烈振动和相互摩擦，从而表层和深部组织都能均匀受热，加剧血液循环，增进人体组织细胞的新陈代谢，达到治疗效果。常用于对神经和血管功能的恢复治疗，对消炎、止痛、消肿及抗痉挛效果明显，对类风湿性关节炎、创伤愈合、伤口感染均有一定的疗效。总之，这种仪器是各医院最常用并经长期临床医疗的理疗仪器之一。

电路与工作原理 如图 24-46 所示，该机由振荡放大、输出和报警电路组成。G1、G2 采用 FU-811 电子管，W1 为振荡线圈。AV1、AV2、W1 组成高频振荡及放大电路。W4 为栅极反馈线圈， R_1 为栅极偏压电阻。输出电路由 W2、 C_{11} 、W3 组成磁耦合串联谐振电路， C_{11} 为调谐电容，调谐频率为 40~680MHz。

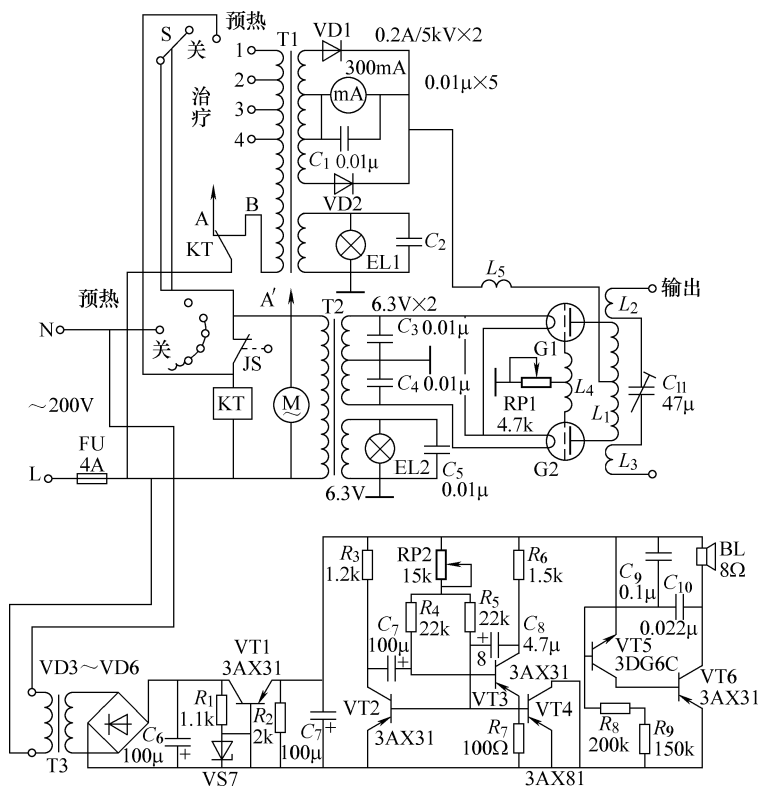


图 24-46 超短波治疗机电路

T1 为高压变压器，将 220V 市电升压至 AC600V、800V、1000V、1200V4 挡。T2 为灯丝及指示灯变压器，将市电 220V 降压成双 6.3V，为 AV1、AV2 灯丝供电，单 6.3V 为指示灯 EL2 供电。高压电源电路由 T1 二次侧、VD1、VD2 组成全桥高压整流电路，分四挡输出 800~1650V 直流电压，为 AV1、AV2 屏极供电。T1 二次侧同时提供 6V 低压电源，直接为高压指示灯 EL1 供电，作治疗指示。

输出功率及输出强度由 S 工作选择开关分 4 挡调节，作用是改变 T1 一次侧输入电压比，使二次侧输出高压电压变化，同时输出功率从 50~300W（分四挡调节）变化。S1 选择开关为双层 6 挡旋转开关。S1 为上层，S2 为下层。分为 1~6 挡，分别为关机、预热、治疗 1~4（对应面板挡位 I~IV）挡。W5 为高频扼流线圈，作为滤除整流后的交流峰值。毫安表的指示值为 0~300mA，接在 T1 二次侧高压端中心抽头接

地端,显示 AV1、AV2 振荡管屏极电流,作为该机高频电流输出量大、小参考。

KMT 为机械式定时器,最大定时时间 60min。KT 为定时继电器。当定时开关达到所设定的时间后,KMT 变为常开,KT 失电,KT 的常开触点断开,使 T1 一次侧端断电,停止高压输出。而接在 KT 常闭触点上报警电路的变压器 T3 一次侧接通,使报警电路获电报警。M 为机箱内电子管降温风扇。

报警器电路由 T3 将 A-A'220V 市电降为 12V 低压交流电,经整流、滤波后,为报警器电路提供工作电源。由 VT2、VT3 组成无稳态多谐振荡器,其振荡频率由 RP2、 R_5 、 R_6 、 C_7 、 C_8 等元件的参数决定,再经过 VT5、VT6 放大后驱动扬声器发声。

37. 痔疮治疗仪电路

现介绍一种痔疮治疗仪电路,如图 24-47 所示。

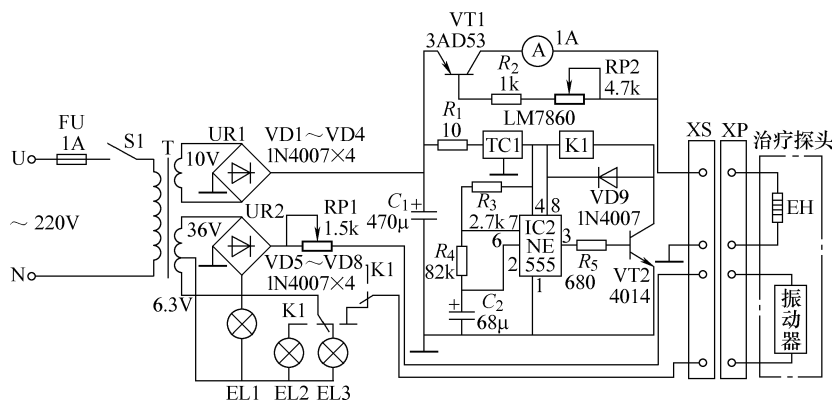


图 24-47 痔疮治疗仪电路

工作原理:闭合电源开关 S1,220V 市电经电源变压器 T 降压为 10V、36V、6.3V 三组交流电压。其中 10V 电压经 UR1 整流、 C_1 滤波后分两路:一路经限流电阻 R_1 限流、稳压集成块 IC1 稳压为 6V,为定时电路及继电器 K1 供电;另一路直接加至晶体管 VT1 发射极,VT1 饱和导通后输出驱动电压,加至治疗探头中的电加热器 EH 上。RP1 为温度设定电位器,旋动 RP1,可使 EH 的加热温度在 36~42℃ 间变化,以适应治疗的需要。

定时电路由时基集成块 IC2、电阻 R_3 与 R_4 、电容 C_2 组成。接通电源 6V 电压经 R_3 、 R_4 为 C_2 充电。此时,IC2 的③脚输出低电平,VT2 截止。

当 C_2 两端电压充至 4V 时,IC2 内电路翻转,③脚输出高电平,VT2 饱和导通,继电器 K1 受电吸合,常闭触点 K1 断开,治疗探头内振动器停止工作。

振动器工作电源由整流桥 UR2 供给。接通电源,T 的二次侧输出 36V 电压,经 UR2 整流输出脉动直流电压,经电位器 RP2 加至振动器上,振动器受电工作。调节 RP2,可调节振动器电流,控制改变振动幅度。电源变压器 T 二次侧输出 0.3V 为指示灯 EL1、EL2、EL3 供电。其中 EL1 为电源指示灯,只要电源开关闭合,EL1 就点亮。EL2、EL3 分别为治疗探头停止和工作指示灯。通过继电器 K1 的常开、常闭切换触点的切换来控制。

38. 治疗中风病人控制电路

(1) 概述 医学上,脑外伤疾病引起的偏瘫、中风病人,都不同程度地存在着下肢失控的现象。病人肌肉由于长期得不到锻炼而萎缩,引起暂时麻痹,病人不是一条腿(或两条腿)不能行走,就是两腿移动起来不协调,这给病人的生活带来了很大的不便,可以用电刺激来恢复麻痹病人肌肉的功能。临床证明,通过有步骤的电刺激,可以恢复特定骨骼肌的原有功能。

开关装在病人的鞋后跟里,当病人体重离开脚时,开关接通,开关控制一个电刺激器,电刺激器可根据程序间断或连续刺激肌肉,可靠地使脚抬起,当体重再次落在这只脚上时,开关触点断开,刺激停止,如图 24-48 所示。

这种骨骼肌刺激器的信号参数（刺激方式、通道数目、安全系数）均可由单片机程序事先设定，由于我们用的是恒流刺激器，不管电极负载阻抗如何，单片机输出的每个刺激脉冲所输出的电荷是不变的。在脉冲持续期为 1ms 时，所用的脉冲电流范围为 2~20mA，这个恒流脉冲在电极上能产生的电压峰值范围为 3~30V。

(2) 控制电路 在图 24-49 中，由于 DAC0832 是电压输入电流输出型的 D/A 转换器，经过二级功放后，加到晶体管基级的电压幅值就足够大，只要保证 V_b 大于等于 5V， R_1 选择精密电阻，阻值在 470~1000 Ω 之间，这里我们取 510 Ω ，根据公式 $I_b = \frac{V_b}{R_1}$ ，假定单片机

输出的编程脉冲电压经过放大后，在晶体管的基极形成 50V 左右的脉冲电压，根据公式就可以形成 100mA 的集电极电流，而且随着基极电压的增加，恒定电流的作用更明显。

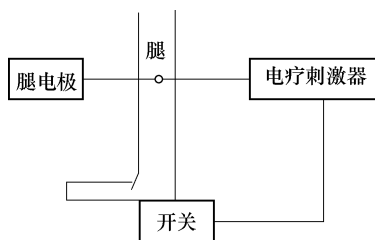


图 24-48 治疗足下垂病人的恢复图

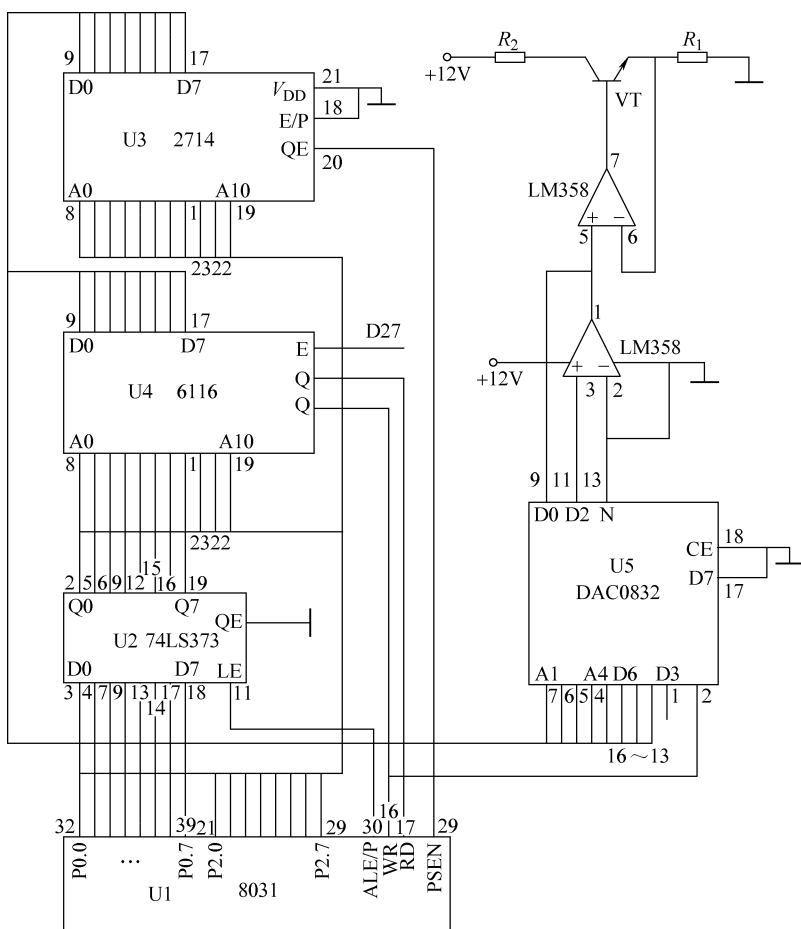


图 24-49 控制电路

单片机系统的主要芯片均采用 CMOS 芯片，以便降低系统的功耗。系统中用 80C31 的 P0 作数据/低 8 位地址分时使用，利用 ALE 信号进行数据/地址分离。用 P2.7 作数据存储器的片选信号，地址范围为 7800H~7FFFH。P2 口是双功能口，本系统扩展了 P3 口的 P2.2、P2.3、P2.6、P2.7 四根口线的第二功能，其余四根口线仍可用作通用 I/O 口线。系统采用中断查询方法，用 P2.6 选通 DAC0832 读写信号，地址号可取 BFFFH。WR、RD 控制着数据存储器的读出和写入。

(3) 系统开关和报警电路 其电路如图 24-50 所示系统程序开关全用薄膜按键，开关电路和报警系统

占用了 P1 口的所有 8 根口线，P1.0 为超限报警，当系统输出的能量超过一定值时，发出声音报警。

MCS-50 单片机通常采用上电自动复位方式，本系统的复位电路如图 24-50 所示。由 C_3 、 C_4 、 R_1 组成，上电瞬间，由 C_4 、 R_1 组成的 RC 电路充电，“RESET”引脚上为正脉冲。只要“RESET”端保持 10ms 以上高电平，就可使单片机可靠地复位。本系统选用 6MHz 的晶振频率。

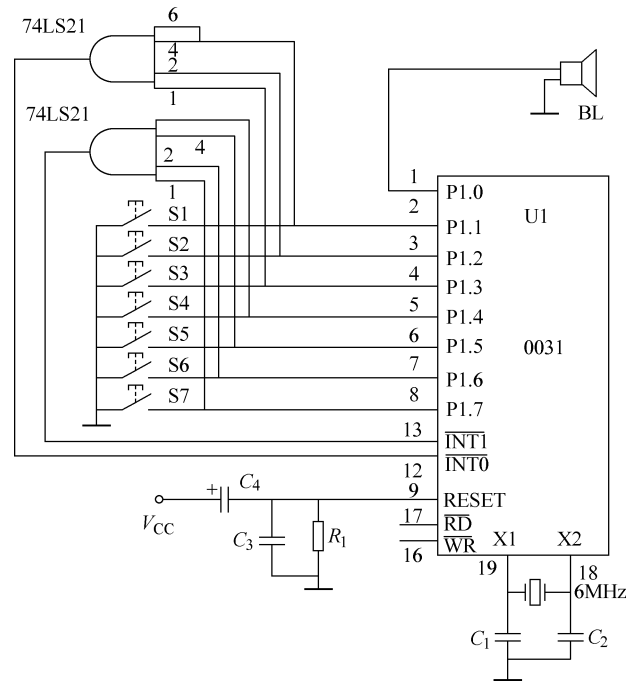


图 24-50 系统开关与报警电路

第 25 章 单片机控制电路

1. 单片机电子钟电路

这里介绍的电子钟，电路可称得上简单，它仅使用单片的 20 引脚单片机就能完成电子钟的全部功能，电路如图 25-1 所示。

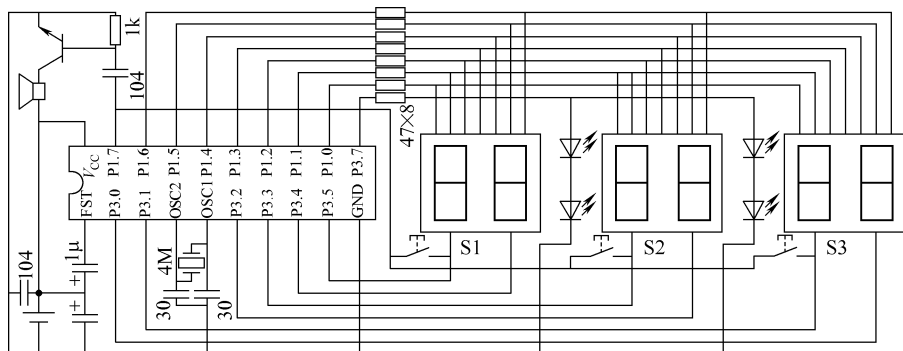


图 25-1 单片机控制六位数显带多路定时电子钟电路

一片 20 引脚的单片机 STC1052（引脚排列与 AT89C2051 完全相同）为电子钟主体，其显示笔画数据从 P1 口分时输出，P3 口则输出对应的 6 位选通信号。由于 LED 数码管点亮时耗电较大，故不能使用 AT89C2051 来完成，但是可以用 STC89C1052 来完成。另外，本站制作时用超高亮的发光二极管代替昂贵的大数码管，成本低，效果独特。

本电子钟设计有三个轻触式按键，这里分别命名为：模式设定键 K1、加调整键 K2、减调整键 K3。由于 STC89C2032 内部已经集成有复位电阻，所以，复位脚只需要接一只电容即可。本电子钟采用了一只 NPN 型的晶体管及蜂鸣器为闹时讯响电路。本图采用电池供电，电路板上桥式整流、滤波和三端稳压器 7805 的安装位置，可以用交流电压供整个系统工作。此电子钟可与任何 6~12V/100mA 的交直流电源适配器配合工作，适应性强。

电子钟功能：

1) 走时：默认为走时状态，按 24h 制分别显示“时时：分分：秒秒”，有 4 个秒点动态显示，时间会按实际时间以 s 为最少单位变化。

2) 走时调整：长按 K1（或 K2、K3）2s 以上，时位、分位、秒位会有其一快速闪动，按 K1 会循环，按 K2 和 K3 可以分别对闪动的数字进行加或者减，从而达到快速设定时间的目的。20s 以上长时间没有任何按键操作时，自动按变为正常走时状态。

3) 闹时调整：再次长按 K1（或 K2、K3）2s 以上，时位、分位、秒位会有其一慢速闪动，按 K1 会循环，按 K2 和 K3 可以分别对闪动的数字进行加或者减，从而达到快速设定闹时的目的。20s 以上长时间没有任何按键操作时，自动按变为正常走时状态。

注意：闹时状态下，时位会在 01~64 变化，表示 64 路定时时间；分位只能在 00~24 变化，表示 24 个小时，其中默认显示为 24，表示不闹；秒位在 00~59 变化，表示 60 个分钟。因此，本电子钟以分钟为最小单位，可以设定多路闹时。

4) 误差修正状态：大家知道，即便是世界上最优良正统的石英晶振，频率也会有偏差，需要电容微调校正频率，不同的电容和负载会影响到频率偏移。这种情况可能会使日误差达到几十秒。当然，配备优质正品元件会使走时误差小到几秒，如果设计微调电容的话，就可以使每天的走时误差小到 1s 以内。

其他功能：

- 1) 如果是在走时状态，正逢到在闹铃响（会长响 20s）中，按 K1、K2、K3 任意键停止发声。
- 2) 在走时状态，按 K3 可以让电子钟每秒都发出短短的“嘀”声，这有点类似机械指针式的电子钟（或者机械手表）的声音，当然，声音要大一些。这个功能很有用，例如，我们有些特殊情况时不能转头去看着钟，但是可以闭上眼睛听声音在心中默默数数经过了多少秒。再按 K3 可以关掉秒发声。
- 3) 整点报时功能：按 K2 可以开启和关闭整点报时功能。开启后每逢整点就会听到长响两秒“嘀”声。
- 4) 闹时开关功能：按 K1 可以开启和关闭定时闹铃功能。关闭闹铃后，以前设置的数据不会丢失。

2. 低功耗智能传感器电路

常见的模数转换电路对模拟信号要进行信号放大,而且一般都要设计一个与单片机的接口电路,本系统具有很高的集成度,单片即可完成信号的放大、模数转换、软件滤波、同时实现了一个单线协议,直接可以和高档计算机进行通信,无须设计与单片机的接口电路。电路图如图 25-2 所示。MSP430F2013 是一个低功耗的器件,当运行在 1MHz 的时钟条件下,系统的工作电流为 $220\mu\text{A}$,而待命模式的工作电流仅为 $0.5\mu\text{A}$,保持 RAM 的节电模式的工作电流更是只有 $0.1\mu\text{A}$,这样的低功耗完全可以利用电池供电,适合于便携式的测量。

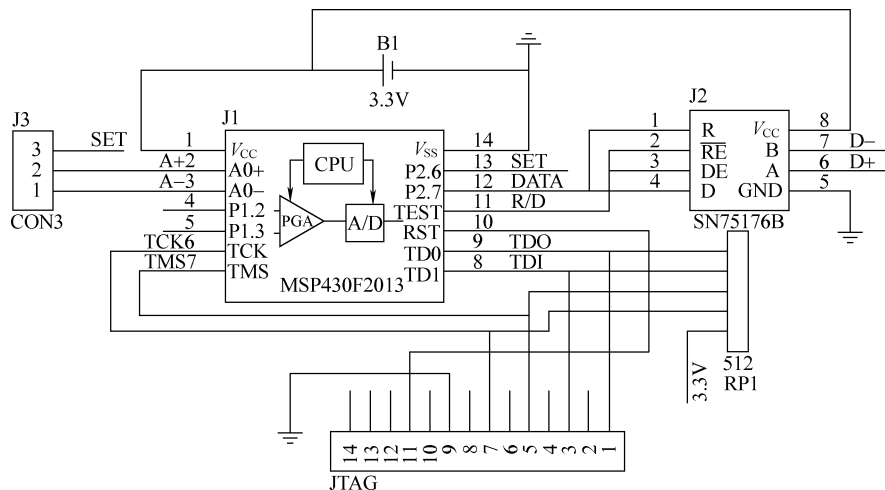


图 25-2 低功耗智能传感器系统原理图

本电路利用 MSP430F2013 进行智能数据采集, 从前端传感器采集来的数据经过程控增益放大器进行放大, 随后进入模数转换器进行模数转换, 转换完成后, 以异步串行的方式输出。为简化系统, 同时避免外部晶振对系统的影响, 系统采用内部 DCO 作为时钟, 系统利用差分传输数据, 无需进行数据的隔离。本应用中配置传输速率为 9600bit/s, 可以用串口设定匹配的波特率进行接收。

无论系统采用内部参考电压还是外部参考电压,输入电压都有相应的范围,所以前端模拟量的输入要用稳压管进行限幅。系统可以根据外界信号的大小调节转换的精度,只需拉高 P2.6,同时调节外部输入的模拟量为所测量的最大值,这时系统将自动调整 PGA(程控增益放大器)。由于采用半双工的差分传输,系统很容易进行扩展,系统可以利用多个传感器组成一个传感器网络,通过总线控制传感器采集数据。

3. 逻辑分析仪电路

简单逻辑分析仪电路由 8 位数字信号发生器电路、数据采集电路、功能控制系统、显示电路 4 部分构成具体电路,如图 25-3 所示。

8 位数字信号发生器产生 100Hz 循环移位逻辑信号序列, 需要给 AT89C52 定时器设定 10ms 中断, 利用中断程序来实现这个目的。电路中使用两个按键, 分别控制序列的高 8 位和低 8 位。中文液晶显示器用来显示预置值的设定情况。功能控制系统使用 AT89C52 设定触发字, 送给采集系统, 同时产生 16 选 1

测距系统中的超声波传感器采用 UCM40 的压电陶瓷传感器, 它的工作电压是 40kHz 的脉冲信号。前方测距电路的输入端接单片机 P1.0 端口, 单片机执行上面的程序后, 在 P1.0 端口输出一个 40kHz 的脉冲信号, 经过晶体管 T 放大, 驱动超声波发射头 UCM40T, 发出 40kHz 的脉冲超声波, 且持续发射 200 μ s。

功能键：查询？、存储+、取款-、改密码*。

查询？：用户通过读密码可以查询卡中所存的款额。

存款+：用户通过写密码可以将款存入卡中。

取款-：用户通过写密码可以从卡中取款。

改密码*：分为修改读密码和写密码。为方便起见，令读密码和写密码一致，按此键将同时修改读密码和写密码。

回车键：8 位密码或存取款数输入完确认，以及新密码输入完确认。显示部分采用 LED 显示器，也用 I/O 接口实现。用于显示系统状态、输入的密码或所要存取的款额以及出错信息等。由于 GMS97C52 的驱动电流有限，在 P0、P2 口加反向器 SN74F04，增加驱动能力。它的吸入电流为 64mA，输出电流为 15mA，可以保证位选所需的吸入电流。

7. 单片机语音控制小车电路

SPCE061A 是一款 16 位 μ' nSP 结构的微控制器。该芯片带有硬件乘法器，能够实现乘法运算、内积运算等复杂的运算。它不仅运算能力强，而且处理速度快，单周期最高可以达到 49MHz。

SPCE061A 内嵌 32KB 字的 FLASH 程序存储器以及 2KB 的 SRAM。同时，该 SOC 芯片具有 ADC 和 DAC 功能，其 MIC_ADC 通道带有 AGC 自动增益环节，能够很轻松的将语音信号采集到芯片内部，两路 10 位的电流输出型 DAC，只要外接一个功放就可以完成声音的播放。以上介绍的这些硬件资源使得该 SPCE061A 单芯片能够实现语音处理功能。

借助于 SPCE061A 的语音特色，实现了对小车前进、后退、左转、右转、停车等语音控制功能。控制板主要包括：接口电路、电源电路和两路电动机的驱动电路，控制板原理图如图 25-8 所示。

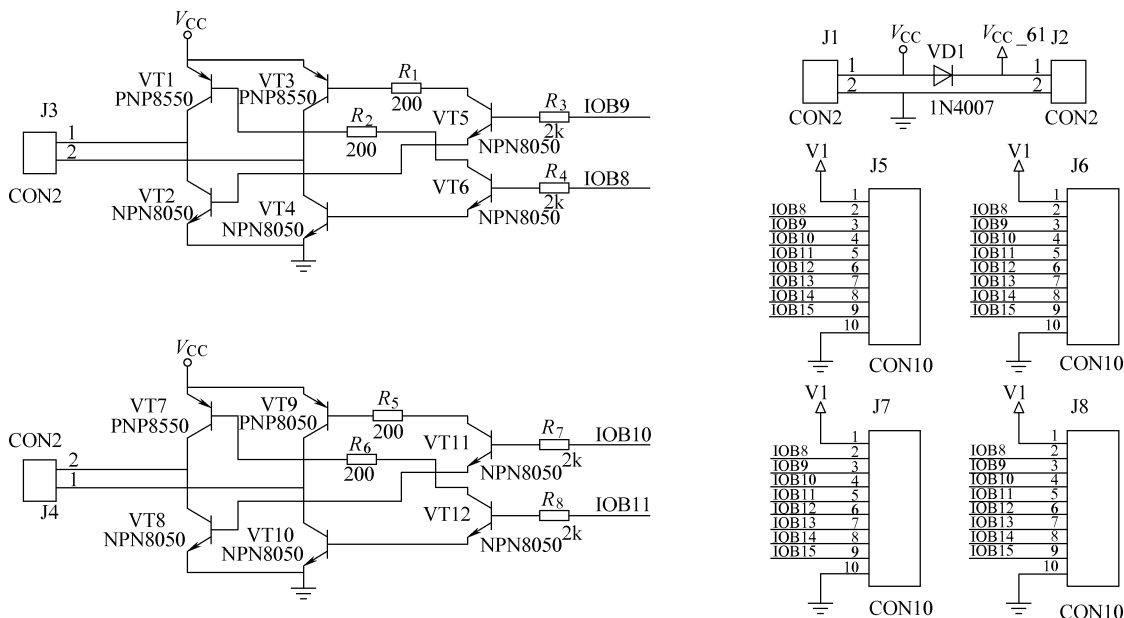


图 25-8 控制板电路

接口电路：接口电路负责将 61 板的 I/O 接口信号传送给控制电路板，I/O 信号主要为控制电动机需要的 IOB8~IOB11 这 4 路信号，同时为了方便后续的开发和完善，预留了 IOB12~IOB15 以及 IOA8~IOA15 接口，可以在这些接口上添加一些传感器。

电源部分：整个小车有 4 个电源信号：电池电源、控制板工作电源、61 板工作电源、61 板的 I/O 输出电源。系统供电由电池提供，控制板直接采用电池供电 (V_{CC})，然后经二极管 VD1 后产生 61 板电源 SPCE061A 在语音控制小车中的应用 (V_{CC_61})，通过 61 板的 V_{IO} 跳线产生 61 板的端口电源 ($V1$)。

8. 新型 ISD 语音组合电路

电路图如图 25-9 所示, 该电路可以很好地实现语音组合。由于其中包含了大量最新的器件和技术成果, 如可更换、反复使用的先进数字语音录放芯片 (ISD1420), 控制灵活功能强大的片内可擦写程序存储器的微型单片机 (AT89C2051), 非易失大容量 I²C 串行存储器 24C16, 低压差微功耗的三端稳压器 (HT7251) 使输入电源电压范围扩至 5~12V, 平衡输入单端输出的 LM386 功放可提供 0.5W 的扬声器输出等等。因此, 它的功能虽然十分强大, 但电路却十分简单, 制作出来也仅火柴盒大小, 应用十分方便。

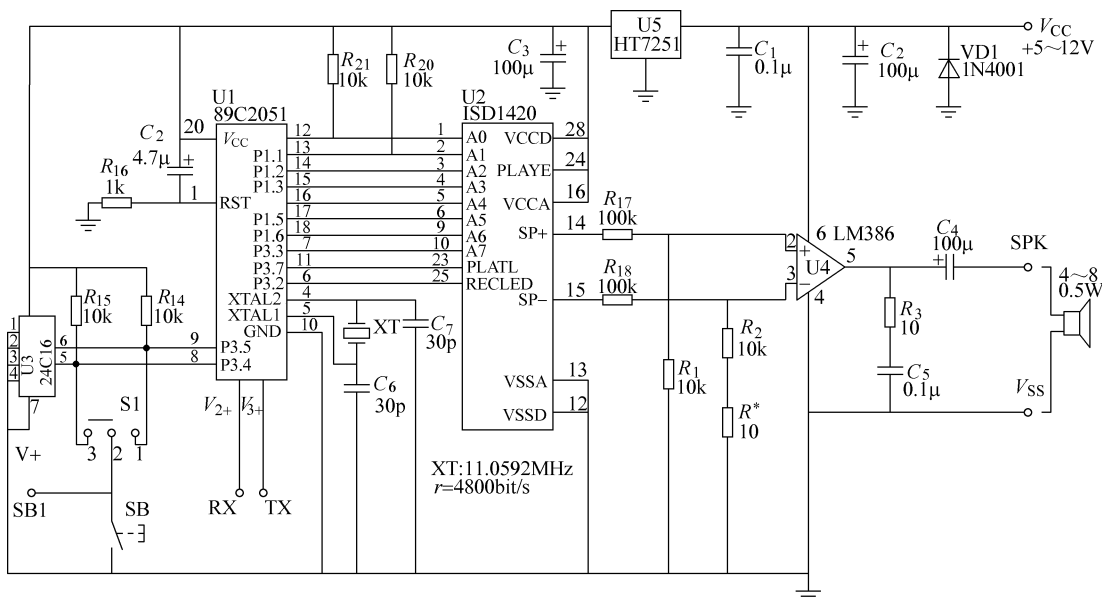


图 25-9 ISD1420 语音组合电路图

首先, 跳线开关置于“1—2”学习功能位上, 用户按动按键 SB, 单片机 89C2051 即控制 ISD1420 语音芯片从头至尾放音一遍, 它会将语音芯片中的每一段语音的起始地址都记录到串行存储器 24C16 中, 即完成了芯片搜索操作。然后, 跳线开关置于“2—3”组合功能位上, 用户可按照 RS232 标准串口协议向单片机的 RX 端发送合成指令, 单片机即将合成命令翻译成对应的语音芯片中各段语音的起始地址并控制语音芯片发出需要的语音, 一段结束后, 立刻又播放需要的下一段, 如此将一句话合成“说”完。在单片机的 TX 端将作为忙信号端使用, 当有语音输出时, 该端将保持低电平, 空闲时为高电平。整个电路的电源电压 5~12V, 静态电流 13mA, 工作电流 150mA, 接口电平 5V, 外接扬声器电阻 4~8 Ω , 输出音频功率 0.5W, 还可以方便地外接功放机或有源音箱扩音使用。

9. MCS-51 单片机电路

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司的 8 位机型, 采用 40 引脚双列直插封装 (DIP) 方式。总线和接口是建立在引脚基础之上的, 这里需要首先介绍一下引脚及其功能。MCS-51 系列单片机的引脚及逻辑符号如图 25-10 所示。

MCS-51 系列单片机引脚功能分为:

- 1) 电源引脚: V_{CC} (40 脚): +5V 电源; V_{SS} (20 脚): 地线。
- 2) 时钟电路引脚: XTAL2 (18 脚) 和 XTAL1 (19 脚): 作输入/输出, 当使用芯片内部时钟时, 此二引线用于外接石英晶体和电容; 当使用外部时钟时, 用于接外部时钟脉冲。
- 3) 控制信号引脚:
 - ① RST/VPD (9 脚): 上电复位引脚。单片机刚接通电源时, 其内部各寄存器处于随机状态, 在该脚上输入宽度为 24 个时钟周期以上的高电平, 将使单片机复位 (RESET); 此外, 该脚还有保护信息功能,

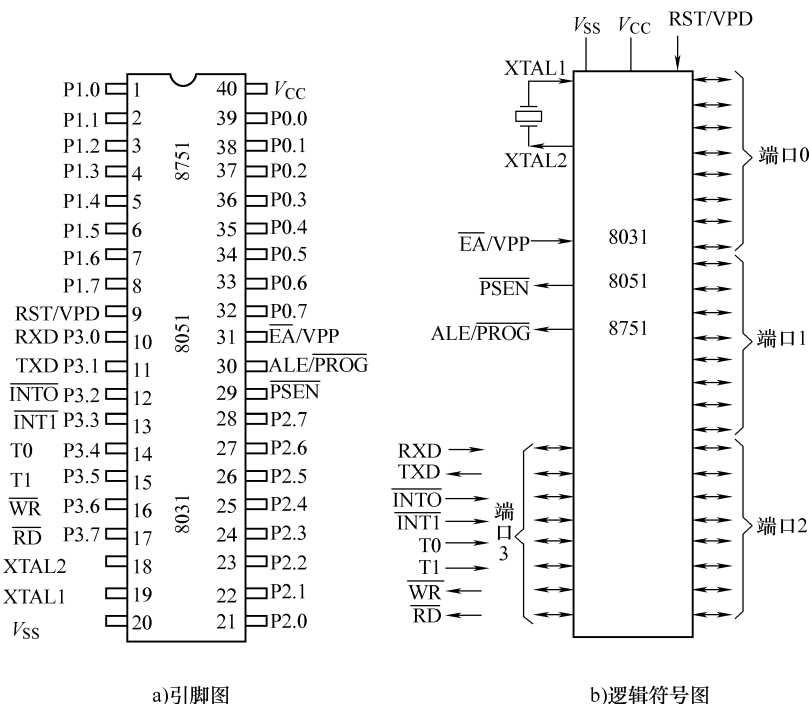


图 25-10 MCS-51 系列单片机的引脚及逻辑符号图

只要将 VPD 接 +5V 备用电源，一旦芯片在使用中 V_{CC} 电压突然断电，能保护片内中信息不丢失，复电后能继续正常运行。

② $\overline{\text{ALE/PROG}}$ (30 脚)：访问片外存储器时，ALE 作锁存扩展地址的低位字节的控制信号（称地址锁存允许）。它的另一功能是对 8751（MCS-51 系列内含 EPROM 的一种类型）片内 EPROM 编程时，此引脚用于输入编程脉冲（PROG）。

③ PSEN (29 脚)：在访问片外程序存储器时，该引脚输出负脉冲，作为存储器读选通信号。

④ $\overline{\text{EA/VPP}}$ (31 脚)：当 EA 端输入高电平时，CPU 执行程序，在低 4KB 地址范围内访问片内程序存储器，若超出 4KB 地址时，将自动执行片外程序存储器的程序。当输入低电平时，CPU 仅访问片外程序存储器。

4) I/O 口（输入输出 I/O 引脚）：

① P0.0~P0.7 (39~32 脚)：P0 口是一个 8 位漏极开路型准双向 I/O 端口。在访问片外存储器时，它分时提供低 8 位地址和 8 位双向数据总线。

② P1.0~P1.7 (1~8 脚)：P1 口是一个带内部上拉电阻的位准双向 I/O 端口。该端口的编程非常灵活、方便，既可以进行字节操作，又可以进行位操作。

③ P2.0~P2.7 (21~28 脚)：P2 口是一个带内部上拉电阻的位准双向 I/O 端口。在访问片外存储器时，它输出高 8 位地址。

④ P3.0~P3.7 (10~17 脚)：P3 口是一个带内部上拉电阻的位准双向 I/O 端口。该端口同 P1 口一样，编程非常灵活、方便，既可以进行字节操作，又可以进行位操作。此外，该端口的各引脚还具有专门的第二功能，见表 25-1。

表 25-1 P3 口线第二功能表

口 线	第二功能信号	口 线	第二功能信号
P3.0	RXD（串行输入口，数据接收）	P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ （外部中断 0 申请）
P3.1	TXD（串行输出口，数据发送）	P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ （外部中断 1 申请）

(续)

口 线	第二功能信号	口 线	第二功能信号
P3.4	T0 (定时器/计数器 0 的计数输入)	P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (外部 RAM 写选通控制输出)
P3.5	T1 (定时器/计数器 1 的计数输入)	P3.7	RD (外部 RAM 读选通控制输出)

10. 单片机总线的接口电路

图 25-11 所示是 MCS-51 单片机的外部程序存储器为 8KB 的简单接口系统。它由单片机 (8031 或 8051) 外部锁存器 SN74LS373 (以下简称 373) 和 EPROM2764 (以下简称 2764) 所组成。

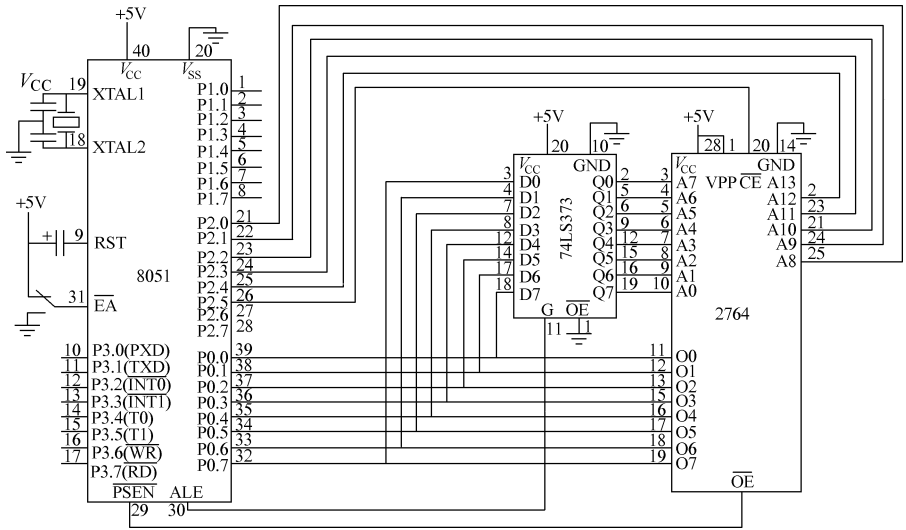


图 25-11 MCS-51 单片机简单接口系统

P0 口一方面作为低 8 位地址线与 74LS373 的输入端相连, 另一方面作为数据线与 2764 的数据线相连。P2 口作为高 8 位地址线直接与 2764 的地址线相连, 由于 2764 是一个 8KB 字节的程序存储器, 其存储单元的数量由 A0~A12 共 13 根地址线所给定, 其 8 高位地址连接了 P2 口的 P2.0~P2.4 共 5 根, P2 口的 P2.5 位与 2764 的片选端 CE 线相连接, 当 P2.5 位输出为低电平, 则选中该 2764 芯片, 使其投入工作状态。ALE 作为低 8 位地址的控制信号, 与 373 的锁存控制信号相连接, PSEN 作为外部程序存储器的选通信号与 2764 的读出信号线 OE 相连接。其工作过程是: ALE 信号的下降沿将 P0 口输出的低 8 位地址锁存到地址锁存器 373 中, P0 口由输出方式变为输入方式, 准备接收从 2764 所读出的信息, P2 口输出的高 8 位地址信息不变, 程序存储器的选通信号 PSEN 变为低电平有效, 由 P2 口和地址锁存器 373 输出的地址所指定存储单元指令字, 传送到 P0 口上, 供 CPU 读取。CPU 所读取的指令, 通过内部专用寄存器翻译成相应的控制代码, 指挥工作系统的运行和操作。

11. ADC0809 型 8 位 A/D 转换器电路

ADC0809 是采用逐次比较法的 8 位 A/D 变换芯片, 引脚如图 8-17 所示。其逻辑结构图如图 25-12 所示。芯片内部除 A/D 转换部分外, 还有多路模拟开关及其地址锁存译码、三态输出锁存器等电路。

主要技术指标: 电源电压: 6.5V; 分辨率: 8 位; 时钟频率: 640kHz; 转换时间: 100μs; 未经调整误差: 1/2LSB 和 1LSB; 模拟量输入电压范围: 0~5V; 功耗: 15mW。

多路模拟开关有 8 路模拟量输入端, 通过引脚 IN0、IN1...IN7 可输入 8 路单边模拟输入电压, 共用一个 A/D 转换器进行转换。8 路模拟开关

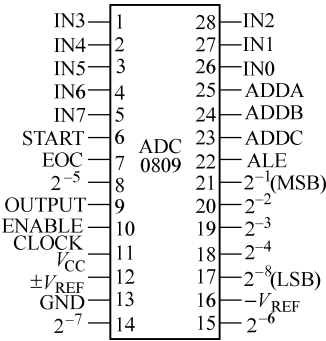


图 25-12 ADC0809 引脚图

切换由地址锁存和译码器控制，三根地址线输出到 A、B、C 引脚端，由 ALE 锁存。改变不同的地址，可以切换 8 路模拟通道选择不同的模拟量输入，其通道选择的地址编码见表 25-2。

表 25-2 通道地址表

地址编码	选中的通道
CBA	
000	IN0
001	IN1
010	IN2
011	IN3
100	IN4
101	IN5
110	IN6
111	IN7

A/D 转换结果通过三态输出锁存器输出，为此，在系统连接时允许直接与系统数据总线相连接。OE 为输出允许信号，高电平有效，EOC 为转换结束信号，表示一次 A/D 转换已完成。 $U_R^{(+)}$ 和 $U_R^{(-)}$ 是基准参考电压，用来决定输入模拟量的范围。CLK 为时钟信号输入端，决定 A/D 转换的速度，SC 为启动转换信号，常与系统的控制启动 A/D 转换信号相连接。

8 位 A/D 转换器除了 ADC0809 外，常用的还有 ADC0801~0809、0816、0817 等，如图 25-13 所示。

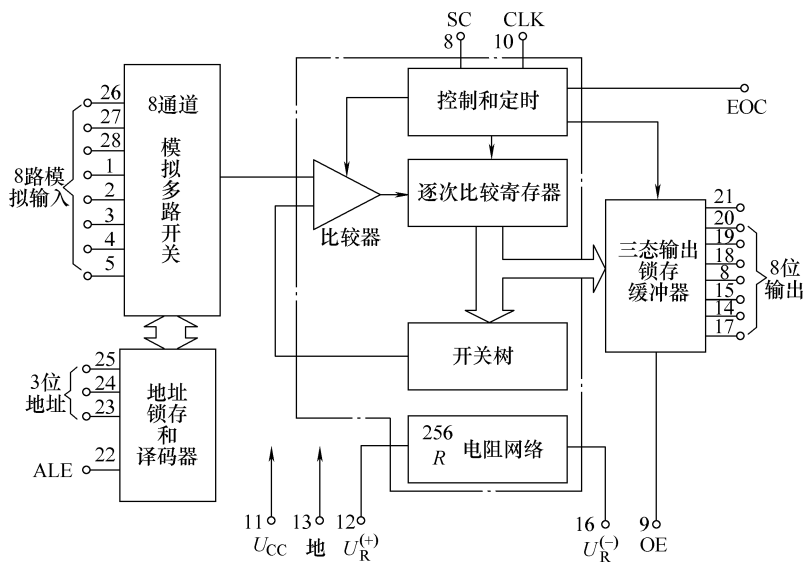


图 25-13 ADC0809 逻辑结构图

12. 8 位 A/D 转换器与 MCS-51 的接口电路

下面分别以 8 位和 12 位 A/D 转换器为例，介绍它们与 MCS-51 单片机的接口。

图 25-14 是 8 位 A/D 变换器 ADC0809 与 8051 接口的连接方法。由于参考电压 $U_R^{(+)}$ 接 +5V 电源， $U_R^{(-)}$ 接地，所以输入模拟信号的变化范围是 0~5V。单片机 8031 的 P2.0 配合 WR 引脚发送 0809 的启动转换信号，配合 RD 引脚发送读取 A/D 转换结果的信号。P0 口的 P0.0、P0.1、P0.2 与 0809 的地址线 A、B、C 相连接，对应 8 路输入模拟信号的地址是 FEX8H~FEXFH。0809 的 EOC 经反相器与 P3.0 引脚相连接，则 8051 根据 P3.0 引脚的状态来判断转换结果是否结束。

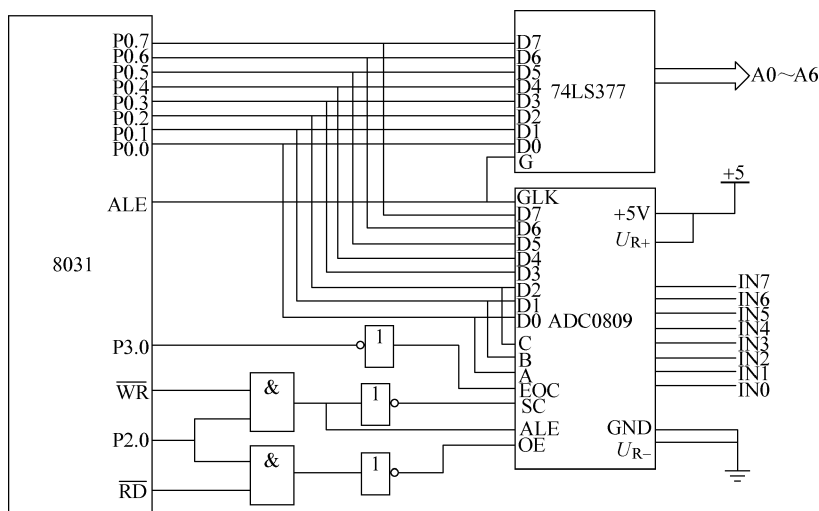


图 25-14 ADC0809 与 8051 的接口电路

假设在某一控制系统中，需要对 8 路模拟量巡回检测一遍，将转换取得数据依次存放在片外数据存储单元 C0H~C7H 单元，则对应的程序如下：

MOV	R0, #C0H	；数据暂存区首址
MOV	R1, #08H	；置 8 路计数初值
MOV	DPTR, #0FEF8H	；指向 0809 首地址
STAXT: MOVX	@DPTR, A	；启动 A/D 转换
LOOP: JB	P3.0, LOOP	；查询转换完毕
MOVX	A, @DPTR	；读取转换数据
MOVX	@R0, A	；存所读数据
INC	DPTR	；更新通道
INC	R0	；更新暂存单元
DJNZ	R1, START	；查询巡回完否
RET		

13. 12 位 A/D 转换器与 MCS-51 的接口电路

图 25-15 是 12 位 A/D 转换器 AD574 与 8051 接口的连接方法。由于 AD574 芯片内具有三态输出缓冲电路，所以芯片可直接与单片机相连接。A/D 转换器的数据输出线的高 8 位 DB4~DB11 和单片机的数据线 P0.7~P0.0 相连，其低 4 位 DB0~DB3 与高 4 位 DB8~DB11（单片机的 P0.4~P0.7）相连，数据格式为向左对齐。12/8 脚接到数字地，数据分两次输出。

在 A0 为低时，允许输出转换结果的高 8 位，在 A0 为高时，允许输出转换结果的低 4 位，后面尾接 4 个零。CE 和 R/C， $\overline{RD}$ 与 $\overline{WR}$ 控制，在 A/D 转换期间（写操作时）， $\overline{WR}$ 有效， $\overline{RD}$ 无效，确保 CE=1，R/C=0；而在读操作时，

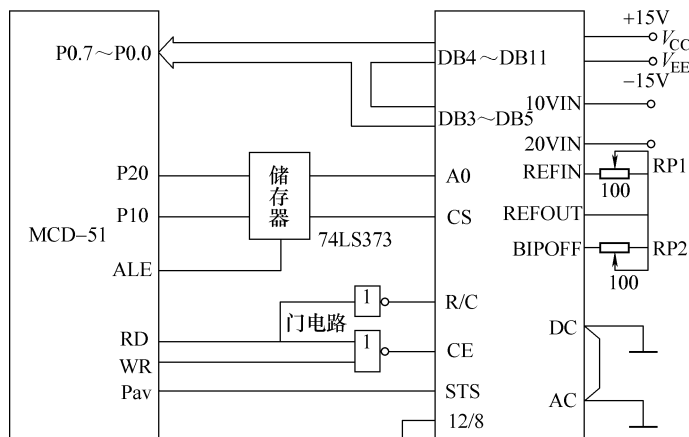


图 25-15 AD574A 与 8051 的接口电路

$\overline{RD}$ 有效, 必有 $CE=1$, $R/\overline{C}=1$ 。A0 线的一般接法是与地址线的最低位相连接。

本例中用高位地址线 P26 通过锁存器 (74LS373) 与 A0 线相接。片选端 $\overline{CS}$ 由 P1.0 控制。A/D 转换采用查询控制法, 芯片的 STS 信号作为状态信息送至单片机的 P27 口, 供查询 A/D 转换器的工作状态使用。该信号由低变高, 说明本次转换结束, 可以进行读取转换结果的操作。

以下程序段按照 12 位 A/D 转换方式启动 AD574, 程序查询状态信号, 等待转换结束。

A/D 转换完成后, 分两次读取转换结果的高 8 位和低 4 位, 并存入以 R0 间址的单片机的片内数据存储区, 连续采样 64 次。

```

MOV R2, #040H                ; 置采样次数 64
LOOP: MOV DPTR, #03FFFH       ;  $\overline{CS}$ 有效, A0 为低, 启动 A/D 转换
    MOV A, #00H
    MOVX@DPTR, A
WAIT: JNB P1.0, WAIT          ; 等待 A/D 转换结束
    MOVXA, @DPTR              ; 读入 A/D 转换结果的高 8 位
    MOV @R0, A
    NIC R0
    MOV DPTR, #07FFFH         ; 置 A0 为高, 读入低 4 位
    MOVXA, @DPTR
    MOV @R0, A
    INC R0
    DJNZ R2, LOOP             ; 未满 64 次, 继续采集
    RET                        ; 采集完, 返回

```

14. 掉电保护电路

为了防止突然断电或电源电压降低, 造成数据丢失, 本系统增设掉电保护电路, 如图 25-16 所示。电路中使用电压比较器 LM339, 用来监测电源电压。从图中看出, 反向输入端④脚由 R_{14} 和 VD5 提供稳定的标准电压 1.8V, 正向输入端⑤脚作为供电系统的电压取样输入端, 如果 5 脚电压低于 1.8V, LM339 芯片输出端②脚, 输出低电平, 封锁 RAM 的片选 $\overline{CS2}$, RAM 停止工作, B^+ 输出高电平, 提供维持 RAM 的工作电压。

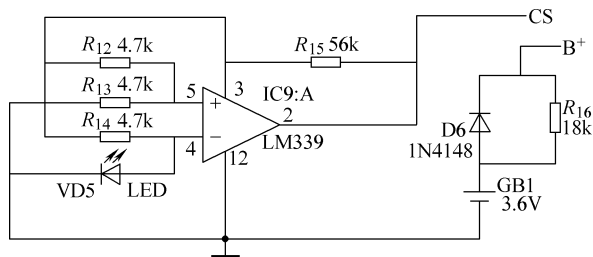


图 25-16 掉电保护电路

15. DPY01 语音板电路

单片机语音报数系统是一种专用系统, 软硬件资源都得到充分利用。

语音报数系统是在单片机控制下, 对产品实行自动报数的一种应用方式, 因此无须键盘和显示装置。片内 RAM 足以够用, 也无须外接 RAM 芯片。所以此语音报数系统所使用的单片机系统属于单片机最小系统类型。它所使用的芯片是: CPU8031、锁存器 74LS373、与门 74LS08、GPROM2764, 单片机系统由下面几个单元电路所组成。

1) 三总线结构: 由 8031、74LS373、74LS08 所组成。

- 2) 存储器的扩展, 外接 2764 芯片。
- 3) 电路和时钟电路, 如图 25-17 所示。

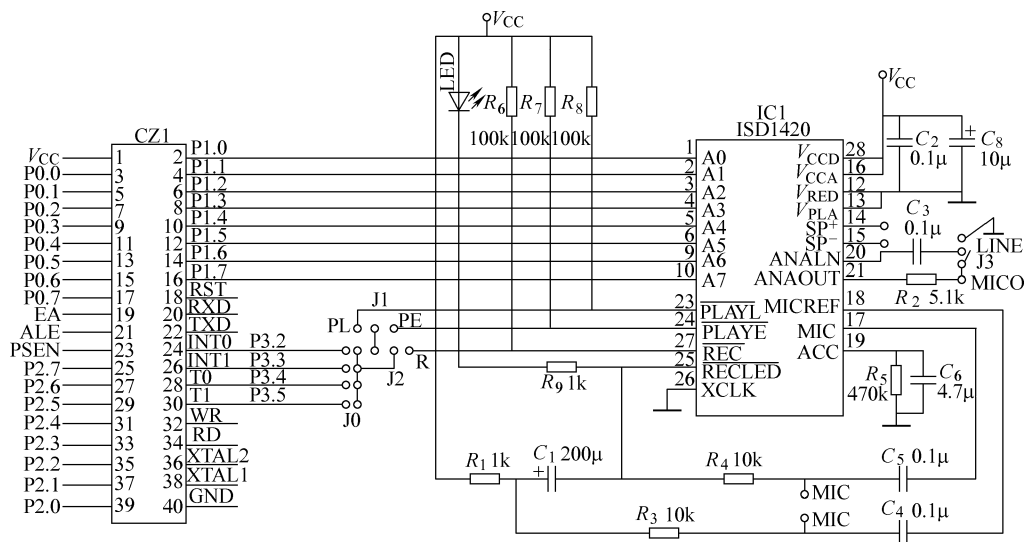


图 25-17 DPY01 语音板电路

16. 数码管点亮电路

单片机执行程序后, P1 口输出到双向驱动芯片 74LS245 的输入端, 同相驱动数码管各段, 根据 P1 口输出的信息, 在数码管生成字符, 达到用数码管显示字符的目的。

硬件电路原理: 图 25-18 是本次实验的电路原理图。

从中看出, P1 口与 74LS245 的输入端相连, 其输出端直接与数码管的各段相连。其中 74LS245 的⑩脚称为使能控制端, 当该脚处于低电平时, 74LS245 才传输数据, 所以 19 脚与地线相接。①脚是传输方向控制端, 当该脚为高电平时, ②~⑨为输入端, ⑩~⑪为对应的输出端; 当①脚为低电平时, ⑩~⑪脚为输入端, ②~⑨脚为对应的输出端。本实验电路的①脚接低电平, 输入与输出采用的是后者。数码管的共阴端与地线相连, 这种接法称之为静态方式。

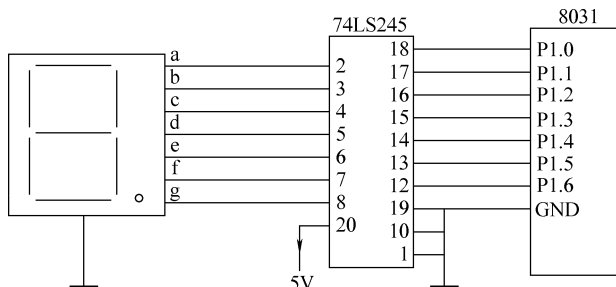


图 25-18 数码管点亮电路

17. 单片机控制电路

单片机控制回路如图 25-19 所示。它的主要功能是完成对过电压的瞬时值和峰值的检测、过电压次数的检测、电源输出电压和电流的检测, 并通过键盘的操作显示出各个检测值的大小; 同时通过 485 接口和上位机实现通信, 在有过电压的时候, 通过控制回路启动备用电源, 实现对电源本身的保护。

软件设计: 系统软件主要由主程序、键盘扫描子程序、显示子程序和通信子程序等组成。图 25-20 是主程序流程图。主程序由初始化、看门狗置位、键盘扫描子程序、中断子程序组成。主程序主要进行分配内存单元、设置串行口等器件的工作方式和参数, 为系统正常工作创造条件。在主程序运行的过程中, 通过按键可以显示检测的各个量的值; 同时在系统过电压和干扰信号产生时, 液晶显示屏会显示提示信息, 使电源实现“透明”, 便于电源的管理。在本系统中, 键盘采用的是由 P1 口组成的 3×3 行列矩阵式键盘。由于键盘程序的技术已经相当成熟, 所以具体过程不做介绍。

为了实现与目前应用较为广泛的 MODICON 系列测控系统接口, 本系统选用了控制系统中较为通用的

MODBUS 协议进行通信。MODBUS 协议采用主-从通信方式，它规定把各个报文封装成对应的一帧数据，以帧为单位传输数据。主站发送的报文包括接收者地址、任务、任务数据、校验方式等内容；从站响应信息报文包括从站地址、所执行的任务、执行任务得到的数据、校验方式等内容。MODBUS 协议有两种报文组成结构（又称传输模式），分别是 ASCII（美国信息交换码）模式和 RTU 模式。同一 MODBUS 总线网络上的所有站点设备都必须使用相同的模式和

对应的串口通信参数。本例采用的是 RTU 报文传送方式。RTU 模式的报文字符由 8 位二进制编码组成，每个字符包含 1 位起始位、8 位数据位和 2 位停止位（无奇偶校验）。RTU 模式的文字符号必须以连续数据流的形式传送，每帧以至少 3.5 个字节时间的停顿间隔开始传输，同样以至少 3.5 个字节时间的停顿标志传输的结束。通信程序已经发展得比较成熟，具体的框图省去。通信程序软件运行时，若证实为上位机通信请求，则发应答信号，实现“握手”，然后按上位机要求发送或接收数据。发送时，将本机检测的电压值、电流值向上发送，接收时，则将上位机发来的系统设置参数进行差错判断后放入本机原设置单元，然后再由软件根据设置值进行相应处理。

经过电路板的设计、调试和程序的调试，证明了智能电源的可靠性。在调试的过程中做了大量的模拟过电压和冲击脉冲的试验，来检测系统的性能。通过试验证明，过电压保护电路和峰值检测电路可以迅速准确地捕捉过电压和冲击脉冲，并且电路的反映速度很快，可以检测到纳秒级的干扰信号。这些性能很好地满足了工业的需要，使得在有过电压和冲击脉冲产生的时候，系统可以有效地保护电子电路；同时通过单片机和液晶显示屏，可以实时显示这个电源的工作情况和性能，达到了智能化电源的效果。而且在本例中，电源系统通过通信接口可以实现计算机在远程对整个电源监控，便于电源的管理，实现了“遥控”的性能。

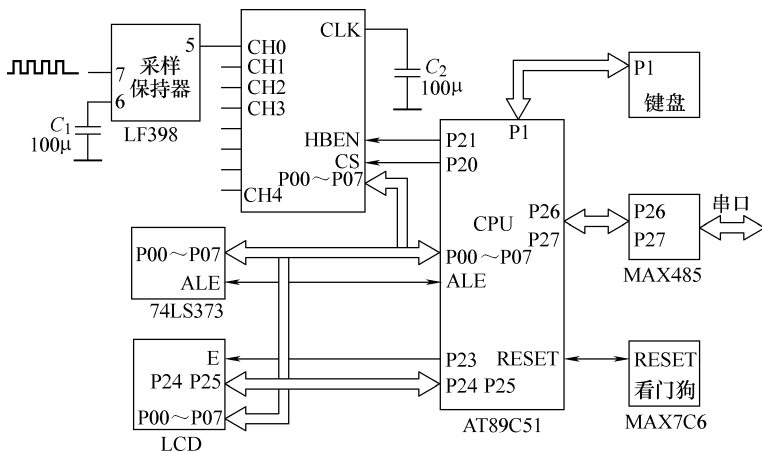


图 25-19 单片机控制回路

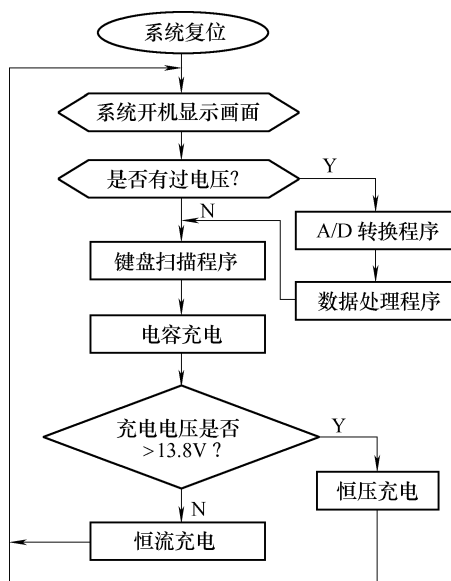


图 25-20 主程序流程图

第 26 章 可编程序控制电路

1. PLC 多工步机床控制电路

工业机床的控制 在工业生产自动化控制中占有重要的地位。在机床行业中，多工步机床由于其工步及动作多，控制较为复杂。采用传统的继电器控制时，需要的继电器多，接线复杂，因此故障多，维修困难，费工费时。采用 PLC 控制，可使接线大为简化，不但安装十分方便，而且保证了可靠性，减少了维修量，提高了工效。

(1) 控制要求分析 镗脚加工机床的电气控制主电路如图 26-1 所示。

使用该机床进行加工，工件由主轴上的夹头夹紧，并由主轴电机 M1 带动，作旋转运动。大拖板带
动回转工作台，作横向进给运动，其进
给速度由工进电动机（慢速电动机）
M2、快进电动机（快速电动机）M3 经
电磁气阀（DT2）离合器带动丝杆控制。
小拖板的纵向运动由电磁气阀（DT1）
气压控制。

对于 7 把刀具，除第 2 把刀（完成第 2 工步，即车平面）是由小拖板纵向运动
切削外，完成其余 6 个工步的 6 把刀均由
大拖板带动回转工位台（六角）横向运
动切削，每完成一个工步，回转工位台
转动一个工位，进行下一工步的切削。
为简便起见，本例只对刀具进给运动的
控制进行分析和设计。

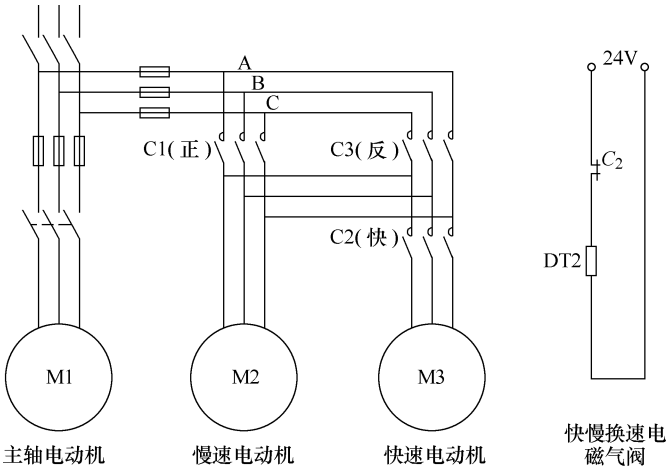


图 26-1 镗脚加工机床电气控制主电路

(2) PLC 选型与 I/O 分配 根据对
被控对象控制要求的分析，PLC 控制系统的 I/O 点数应为：5 点输入，4 点输出。输入设备包括：起动按
钮 QA，限位开关 XK1、XK2、XK3、XK4；输出设备包括：电动机接触器 C1（正转）、C2（反转）、C3
（快速），纵向运动电磁阀 DT1。

可见，本例的工艺过程较为固定，且 PLC 的 I/O 点数较少，可考虑选择整体式 PC，如选用 ACMY-
5256 型 PLC，其 I/O 的连线与地址分配如图 26-2 所示。

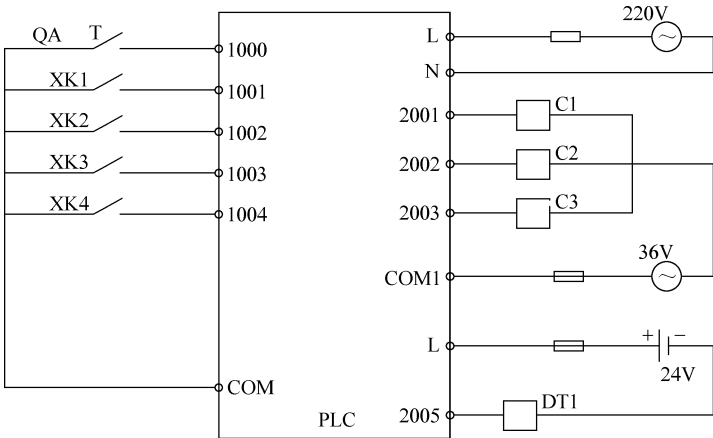


图 26-2 PLC 的 I/O 连接图

(3) 多工步机床 PLC 控制梯形图的设计 根据系统的工作过程、控制要求和 PLC 的 I/O 接线图, 可以完成 PLC 的控制梯形图的设计, 如图 26-3 所示。图中所示的是一工步到四工步的梯形图设计, 以后每一工步动作过程的分析方法和第一工步相同。

说明如下:

1) 第一工步: 起动时按下 QA, 1000 接通, 使 3001 接通并自保, 相继接通 2001 及 2002, 快速动作。快进结束压合 XK1, 1001 接通, 使 3002 接通并自保, 断开 2002, 2001 继续接通, 转为工进。工进结束压合 XK2, 1002 接通, 接通 3003 和 5000, 断开 2001, 工进停止。经过 1s 延时, 使 3004 接通并自保, 断开 3002, 从而使 2001 断开, 2003、2002 相继接通, 转入快退。

2) 第二工步: 当第一工步快退结束后, 压合 XK3, 1003 接通, 使 3005 接通并自保, 断开 3004, 从而相继断开 2003 及 2002, 快退停止, 同时接通 2005, 纵进动作, 转入第二工步。当纵进结束时, 压合 XK4, 1004 接通, 使 3006 接通并自保, 断开 3005, 从而使 2005 断开, 纵进停止, 同时又相继接通 2001、2002, 快进动作, 转入第三工步。

3) 以后每一工步动作过程的分析方法与第一工步相同。当进行到第七工步最后一个动作 (即快退) 结束时, 压合 XK3, 1003 接通, 使 3105 接通, 3104 断开, 从而相继断开 2003、2002, 快退停止, 完成了一个周期的动作。

(4) 结论 机床控制是 PLC 的主要应用领域之一。本例介绍的铰脚加工用的多工步机床, 在采用传统的继电器控制时, 其控制线路上百根, 有继电器 28 只、二极管 57 只; 改用 PLC 控制后, 整个控制线路 (I/O 接线) 只有 14 根, 并省去了全部继电器 (27 只中间继电器和 1 只时间继电器), 不但安装十分方便, 而且保证了可靠性, 减少了维修量, 其经济效益十分明显, 同时也表明, PLC 在传统设备的技术改造中大有作为。

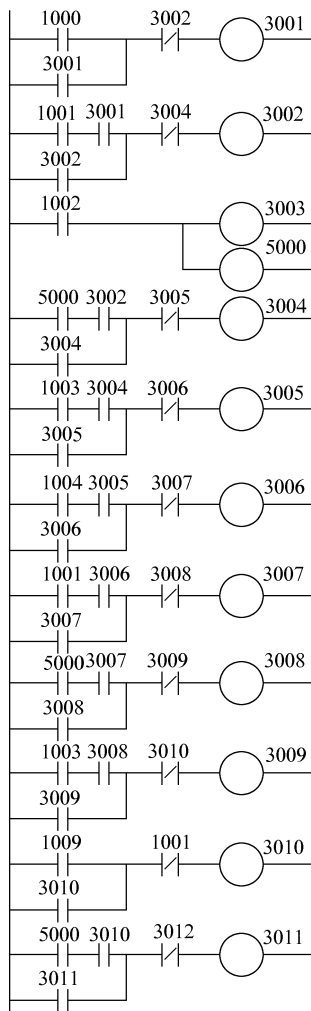


图 26-3 控制梯形图

2. PLC 光源机械手上泡控制电路

传统的光源机械, 各工位的运动状态均由主轴上按一定角度排列的凸轮控制。上泡机械手的运动就是由主轴上的两个凸轮控制的。其中, 一个凸轮控制机械手的上、下移动的左右转动; 另一个凸轮通过拉线机构控制机械手爪的开、合, 实现抓泡、放泡控制。在这种控制方式下, 各工序间没有必然的联系, 每一道工序都要有若干名操作人员进行控制, 工作效率较低; 另一个方面, 这种纯机械的凸轮机构在运动时磨损十分严重, 时间长了将会导致系统控制不准确, 噪声也很大。因此, 对它进行自动化改造是十分必要的。本例采用 PLC 实现对上泡机械手运动进行自动控制。

(1) 控制过程分析 在自动化生产线上, 工作开始后, 上泡机械手在一个工作循环中需要按顺序依次完成以下动作: 上升、左旋、下降、抓泡、上升、右旋、下降、放泡, 这是一个典型的顺序控制时间问题。采用 PLC 实现机械手运动的自动控制, 需要设置检测各步动作是否到位的传感器, 并确定从一个工步转入到下一个工步的转步条件。

根据上泡机械手的动作过程和要求, 对工步进行划分, 并确定工步转换条件, 就可以绘制出系统的控制功能流程图, 如图 26-4 所示。

(2) PLC 选型及 I/O 地址分配 综合分析上泡机械手的动作要求, 考虑系统的经济性和技术指标, 选用 OMRON 公司的 C-20P 型 PLC, 该机基本单元有 12 点输入、8 点输出, 其 I/O 能力和指令系统都能够满足对上泡机械手控制的要求。表 26-1 给出了 PLC 的 I/O 地址分配表, 其中 SQ1~SQ6 是各工步的到位行程开关。

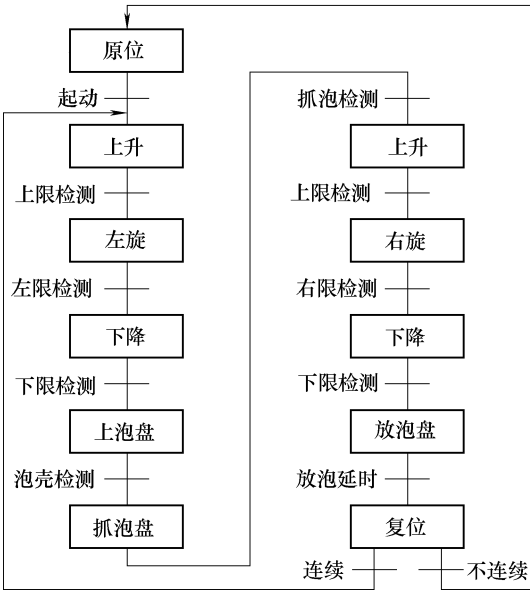


图 26-4 上泡机械手控制功能流程图
表 26-1 PLC 的 I/O 地址分配表

序 号	输 入		输 出	
	地 址	定 义	地 址	定 义
1	0000	启动 (SB1)	0500	上泡盘
2	0001	停止 (SB2)	0501	封口机
3	0002	抓泡限位 (SQ1)	0502	左旋转
4	0003	左旋限位 (SQ2)	0503	右旋转
5	0004	右旋限位 (SQ3)	0504	下降
6	0005	上升限位 (SQ4)	0505	上升
7	0006	下降限位 (SQ5)	0506	抓泡
8	0007	物体检测 (SQ6)	0507	放泡
9	0008	连续/单步 (SA)		

(3) 采用移位寄存器控制法的控制梯形图设计 根据被控系统的控制功能流程图，可以采用移位寄存器控制法绘制控制梯形图，如图 26-5 所示。程序中，工步状态采用带掉电保护的 HR 继电器记忆。所用的 HR 继电器、内部继电器和计时器见表 26-2。

表 26-2 PLC 内部继电器和计时器的定义

序 号	内部保持继电器		内部继电器		计 时 器	
	通道	定义	通道	定义	通道	定义
1	HR0000	上升工步	1000	中间继电器	T00	放泡延时
2	HR0001	左旋工步	1001	中间继电器		
3	HR0002	下降工步	1002	中间继电器		
4	HR0003	开上泡盘	1003	中间继电器		
5	HR0004	抓泡工步	1815	初始化脉冲		
6	HR0005	上升工步				
7	HR0006	右旋工步				
8	HR0007	下降工步				
9	HR0008	放泡工步				
10	HR0009	恢复初始				

梯形图的工作原理做如下说明：

1) 在原位状态下，按下启动按钮 SB1 (0000)，中间继电器 1000 得电并自锁（保持一个循环周期），0501 得电，封口机开始运行。初始化脉冲 1815 闭合，保持继电器 HR000 得电，常开触点闭合，0505 得电，机械手从右下限开始上升。

2) 上升到上限时，上升限位开关 SQ4 (0005) 动作，其常开触点闭合，SR000 失电，0505 失电，上升动作结束；同时 HR001 得电，0502 得电。

3) 机械手开始左旋，左旋到左限位行程开关 SQ2 (0003) 动作，HR001 失电，0502 失电，左旋动作结束；同时 HR002 得电，0504 得电，机械手开始下降。

4) 下降到下限行程开关 SQ5 (0006) 动作，HR002 失电，0504 失电，下降动作结束；同时 HR003 得电，0500 得电，上泡盘启动。

5) 上泡盘上泡壳进入光电开关测量区，光电开关 SQ6 (0007) 动作，HR003 失电，0500 失电，上泡盘停止；同时 HR004 得电，0506 得电，机械手开始抓泡。

6) 当抓泡限位开关 SQ1 (0002) 动作时，HR004 失电，0506 失电，抓泡动作结束；同时 HR005 得电，0505 得电，机械手开始上升。

7) 机械手上升到上限行程开关 SQ4 (0005) 动作，HR005 失电，0505 失电，上升动作结束；同时 HR006 得电，0503 得电，机械手开始右旋，右旋到右限位行程开关 SQ3 (0004) 受压动作，HR006 得电，0503 失电，右旋动作结束；同时 HR007 得电，0504 得电，机械手下降。

8) 机械手下降到下限行程开关 SQ5 (0006) 受压动作时，HR007 失电，0504 失电，下降动作结束；同时 HR008 得电，0507 得电，放泡动作结束，同时计数器 T00 得电，开始计时。

9) 定时 2s 到，HR008 失电，0507 失电，放泡动作结束；同时 HR008 得电，机械手复位，一个工作循环结束。

若设置为连续运行，此时 SA (0008) 动作，下一个工作循环开始。上泡盘、封口机随机械手启动而开始运行，随动作结束而停止。

(4) 结论 本例的应用表明，用 PLC 控制上泡机械手的运动，可使其工作平稳、准确，更有利于改善工人的劳动环境，降噪增效，节约能源。尤其当需改变机械手的某些动作时，还可以通过编程器改变程序，而无需改造其他结构，灵活快捷。如果上泡机械手前后工序的运动都由 PLC 控制，那么在整条生产线上，前一道工序的运行状态由后一道工序的需要决定，各工序间将产生连动，不会出现各工序间的生产不协调，可减少生产线上操作人员的数量，提高工作效率。

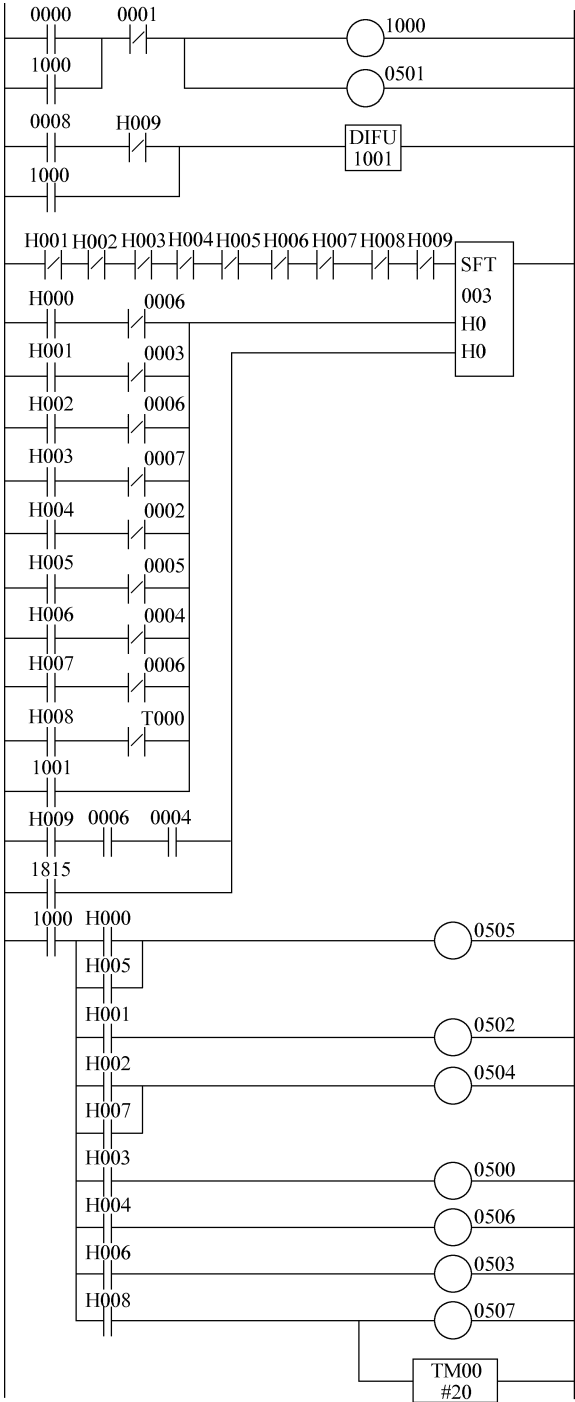


图 26-5 上泡机械手控制梯形图

3. PLC 输电线路自动重合闸控制电路

在电力系统继电保护及自动装置中，自动重合闸装置有广泛的用途。传统的输电线路三相自动重合闸装置常采用继电器控制方式，由于继电器元件应用较多，而且是有触点元件，运行中会造成触点的拒动作、误动作、粘连和卡住现象，使自动重合闸装置工作可靠性较差，不能满足电力系统连续供电的要求。利用 PLC 构成的自动重合闸装置的控制系统，可以克服传统控制方式的不足，而且具有连线简单，工作可靠，便于调试和维护的优点。

(1) 控制过程分析 输电线路三相自动重合闸装置的控制过程如图 26-6 所示。

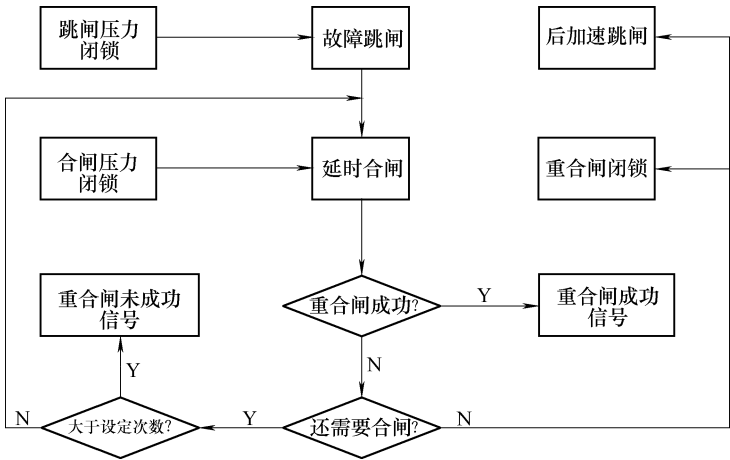


图 26-6 自动重合闸装置的控制过程示意图

(2) PLC 型号选择和 I/O 定义

根据实际应用的需要，自动重合闸装置的控制器可选择 OMRON 公司的小型 PLC，输入为 12 点，输出为 8 点，电源电压 AC100~240V。PLC 的 I/O 端子定义见表 26-3，外部接线如图 26-7 所示。PLC 的输入端接控制开关 K（其节点有 K1、K2、K3、K4）、合闸压力闭锁开关 SQ1、分闸压力闭锁开关 SQ2、断路器辅助触点 DL。输出端接断路器合闸接触器 HC、加速跳闸接触器 1JK、跳闸闭锁接触器 2JK。

表 26-3 I/O 端子分配表

输入元件代号	输入地址	功能	输出元件代号	输出地址	功能
DL	00000	断路器辅助触点	2JK	01000	跳闸闭锁接触器
K1	00001	跳闸	HC	01001	合闸接触器
K2	00002	跳闸后	1JK	01002	加速跳闸接触器
K3	00003	合闸			
K4	00004	合闸后			
SQ1	00005	合闸压力闭锁			
SQ2	00006	分闸压力闭锁			

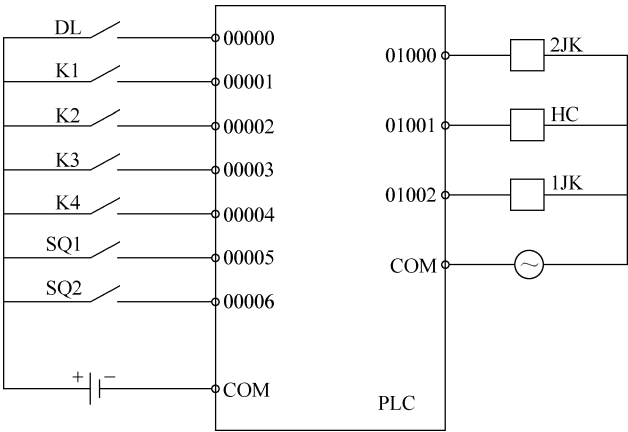


图 26-7 PLC 接线图

(3) 自动重合闸 PLC 控制程序设计 根据自动重合闸装置的控制分析和 PLC 的 I/O 定义, 设计的梯形图如图 26-8 所示。

说明如下:

1) 断路器合闸时, 控制开关 K4 接通, 其触点 00004 闭合, 断路器辅助触点 DL 闭合, 其常闭触点 00000 断开。线路发生故障时, 断路器跳闸, 辅助触点 DL 断开, 其常闭触点 00000 闭合, 线圈 20003 得电, 其常闭触点闭合, 计时器 TIM000 工作。延时后, 01001 线圈得电并合闸。

2) 如果自动重合闸装置合闸成功, 经 TIM001 的延时后, 其常闭触点 TIM001 断开, 线圈 20004 断电, 其常闭触点 20004 闭合, 实现自动重合闸装置自动复归。

3) 如果合闸不成功, 完成重合闸规定的次数后, 线圈 20003 得电, 由于 TIM001 的延时作用, 线圈 20004 仍得电, 其常闭触点 20004 为断开状态, 线圈 20003 断电。同时由于断路器跳闸状态下其常闭触点 00000 闭合, 起到自保持作用, 使 20004 线圈一直通电, 不能实现再次重合闸。

4) 操作控制开关 K 使 K4 节点接通, 20004 线圈得电, 实现手动复归。

5) 梯形图中选用计数器指令 CNT 来设定自动重合闸规定的重合次数, TIM000 为自动重合闸动作延时时间, TIM001 为自动重合闸的复归时间。由上升沿微分和下降沿微分指令 DIFU (13) 和 DIFU (14) 与定时器指令 TIM002 组合, 实现计数器 CNT 的延时复位, 保证自动重合闸完成规定的重合次数。

6) 手动操作断路器跳闸过程中, K1、K2 接通, 相应的常闭触点 00001、00002 打开, 保证线圈 20003 不能得电, 将自动重合闸回路闭锁。

7) 手动操作断路器跳闸过程中, K3 接通, 常闭触点 00003 断开, 闭锁重合闸回路。常开触点 00003 闭合, 使线圈 01002 得电, 接通了加速继电器保护跳闸回路。

8) 当断路器气压或液压不足时, SQ1、SQ2 开关不能压合, 使常开触点 00005 打开, 闭锁自动重合闸回路。常闭触点 00006 闭合, 使线圈 01000 有电, 串联在跳闸回路中的触点打开, 闭锁跳闸回路。

(4) 结论 本例分析了传统继电器式自动重合闸装置存在的缺点, 基于 PLC 设计了自动重合闸装置。该设计方案, 在硬件上具有安装接线简单, 工作可靠等优点; 在软件上, 不仅满足了自动重合闸装置的基本控制功能, 还应用 PLC 的计数器、定时器等指令实现了自动重合闸装置重合次数、所需延时时间的调整和自动复位, 提高了系统控制能力和灵活性, 使系统具有通用性和实用性。

4. PLC 用于生产过程的联锁报警控制电路

在工业生产线自动控制系统设计中, 要注意各种安全保护功能的实现。在硝酸生产这样的化工生产过程中, 有高压、有毒及腐蚀性物质产生, 其事故的危害性更大。因此, 在这类工业生产过程的自动控制系统中, 实现联锁报警控制是十分必要的。

PLC 可广泛应用于工业现场的控制设备, 在硝酸生产过程的 PLC 自动控制系统中实现联锁报警控制, 可以使系统达到安全生产的目的。本例就是以硝酸生产过程的联锁报警控制为例, 讨论 PLC 在这类系统中的应用。

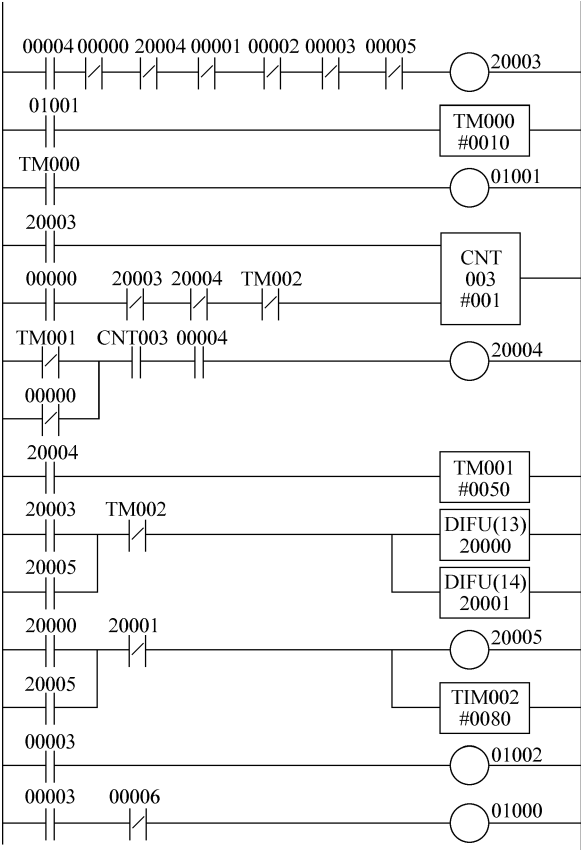


图 26-8 自动重合闸装置程序控制梯形图

危害性很大。通过采用 PLC 控制联锁报警系统，系统的可靠性和安全性得到提高，且维护量小。在有计算机监控系统的场合，还可以通过 PLC 的通信电缆，将信息传递到上位计算机，实现监督分布式控制系统，使控制系统能够适应复杂工业生产过程的控制要求。

5. PLC 桥式起重机检测控制电路

桥式起重机是起重机的一种，适用于冶金、水泥、化工及其他企业的仓库和车间，在室内或露天的固定空间，从事矿石、石灰石、矿粉、焦渣、焦炭、煤、矿等散粒物料的搬运工作。由于该类设备笨重，运输安装困难，对其产品质量的检测一般要在现场进行。

由于对桥式起重机的检测需要在现场进行，就要求检测控制设备要接线方便、便于携带、工作可靠、控制灵活，PLC 可以满足这些要求。本例讲解 PLC 在桥式起动机质量检测控制中的应用。

(1) 检测系统的控制要求 桥式起重机有 3 个主要的执行工作机构：升降机构、进退机构、左右运行机构。对桥式起重机的质量检测，主要是针对工作机构在空载和加载两种工况下的运行情况进行检测。空载检测时，要求系统运行时间不少于 1h；加载检测要加载到 1.1 倍额定负载，并按控制要求反复运行 1h。

对检测过程的控制要求如下：

- 1) 检测进退机构运行时，机构的运行顺序是：前进 30s，停 45s，后退 30s，停 45s；每一个周期 150s。
- 2) 当进退机构一个周期结束 1s 后，进行左右检测，左行 14s，停 23s，右行 14s，停 23s，左右运行一个周期 75s。
- 3) 检测升降机构运行时，升降机构在进退机构启动 15s 后启动，即在左右运行机构工作 14s 后停止后启动，上升 10s，停 15s，下降 10s，停 15s，一个周期 50s。
- 4) 为了安全，起重机任意两个机构不能同时启动，但可同时运行；同时，要求三个机构不能同时运行。
- 5) 为了适应不同的现场要求，要求检测设备有随机手动控制功能，以保证运行灵活性和安全性。

(2) PLC 选型和 I/O 定义 根据上述对桥式起重机检测过程的控制要求，PLC 控制系统的输入包括：自动运行开关的输入信号，手动前进、后退开关信号，手动左行、右行开关信号，手动上升、下降开关信号，共计 7 个开关量输入信号。PLC 控制系统的输出包括：前进、后退接触器驱动信号，左行、右行接触器驱动信号，上升、下降接触器驱动信号，电铃和指示灯驱动信号，共计 8 个开关量输出信号。

根据系统的 I/O 点数，并考虑富裕量，可选用日本三菱公司的 F1-40MR，其 I/O 点数为：24 点输入、16 点输出。系统 I/O 定义见表 26-4。

表 26-4 PLC 的 I/O 定义表

序 号	输 出 元 件	输 出 地 址	序 号	输 出 元 件	输 出 地 址
1	自动运行开关 S1	X400	9	指示灯	Y430
2	手动前进开关 S2	X401	10	前进接触器 KM1	Y431
3	手动后退开关 S3	X402	11	后退接触器 KM2	Y432
4	手动左行开关 S4	X403	12	左行接触器 KM3	Y433
5	手动右行开关 S5	X404	13	右行接触器 KM4	Y434
6	手动上升开关 S6	X405	14	上升接触器 KM5	Y435
7	手动下降开关 S7	X406	15	下降接触器 KM6	Y436
8			16	电铃 B	Y437

(3) 桥式起重机检测的 PLC 控制梯形图设计 进退机构的梯形图程序设计如图 26-11 所示。运行时有手动操作和自动操作两种，自动运行过程如下：

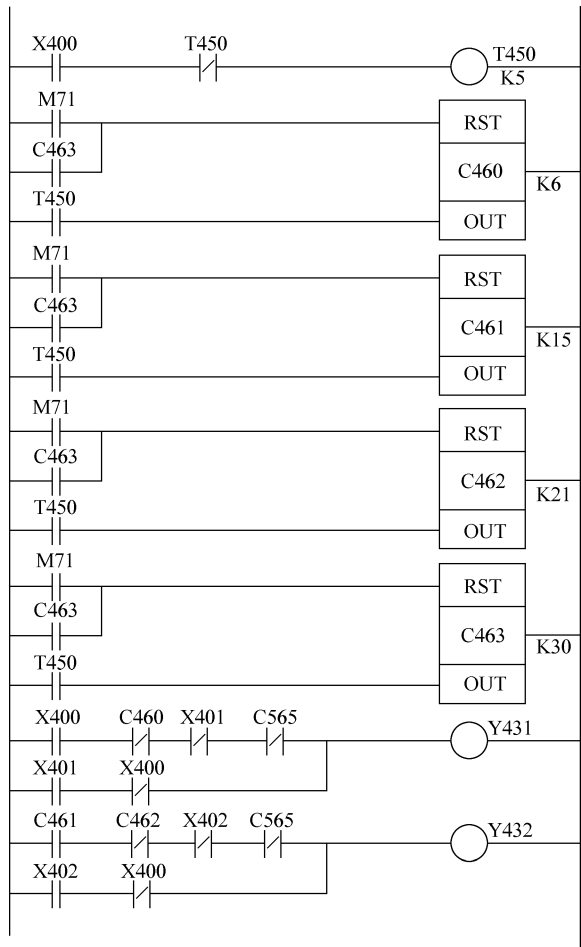


图 26-11 进退机构工作的控制梯形图

- 1) 当 PLC 开机工作时，通过内部继电器 M71 产生初始化脉冲，使各个计数器（C460～C463）复位。
 - 2) 当自动运行开关 S1 合上后，X400 的常开触点闭合，Y431 线圈接通，进退机构执行元件前进，接触器通电，起重机开始前进；同时，所有的定时器、计数器开始工作，定时器 T450 每 5s 产生一个脉冲，脉冲的保持时间为一个扫描周期，为计数器提供扫描信号。
 - 3) 当 C460 计到 6 时，C460 的常闭触点断开，使 Y431 线圈断电，进退机构停止前进。
 - 4) 再过 45s，C461 计数器计到 15，C461 的常开触点闭合，Y432 线圈接通，起重机开始后退；工作 30s 后，C462 计数器到 21，C462 的常开触点断开，Y432 的线圈断开，使后退停止。
 - 5) 休息 45s 后，C463 计数到 30，C463 的常开触点闭合，使所有计数器复位，又重新计数，进入第二次循环。
- (4) 结论 本例通过采用 PLC 来控制桥式起重机的运行，使其在现场的检测可以高效率地完成，可以充分体现出 PLC 所具有的功能强、可靠性高、编程简单、使用方便、体积小巧等优点。采用 PLC 还能够解决传统控制方式下操纵方面的许多麻烦，包括开闭电动机和起升电动机在抓斗刚装料时闭合起升难以同步等问题。同时，还可以减轻工人的劳动强度，提高起重机的工作性能。

6. PLC 谷物烘干机自动控制电路

随着农业产业化进程的推进，农业机械化自动化水平不断提高，PLC 在其中的应用也不断增加。以谷物烘干机为例，当前各种形式谷物烘干机源源不断的推向市场，要实现它的自动控制，可用传统的电器控制，还可用 PLC 控制。本文主要讲解用 PLC 对燃油循环式谷物烘干机进行自动控制，实现谷物烘干全过

程一进粮、循环烘干、出粮的自动控制。

(1) 谷物烘干控制过程分析 谷物烘干的工艺流程可以用图 26-12 所示的工艺流程来描述，主要过程包括以下几个方面。

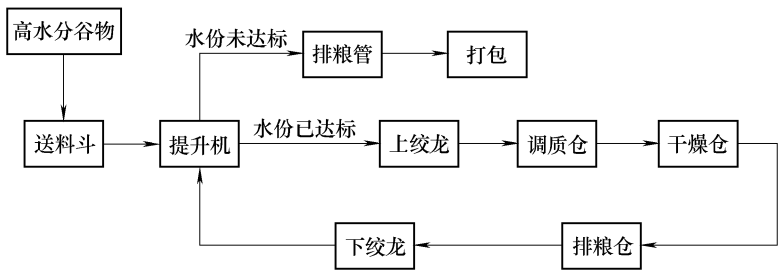


图 26-12 谷物烘干工艺流程图

- 1) 谷物经送料斗进入提升机，在此判断其所含水分是否超标。
- 2) 如果超标，则经上绞龙、调制仓和干燥仓进行烘干处理，再经排粮仓和上绞龙返回提升机。
- 3) 对于烘干后的谷物，再判断其所含水分是否超标。如果所含水分达标，则排粮管排出，进行打包；如果所含水分仍未达标，则进行循环烘干。

(2) PLC 的 I/O 分配 根据谷物烘干的控制要求和控制规模，选用 SM-16R 作为控制器，包括 10 点的 DC24V 输入通道，6 点的继电器输出通道，供电电源为 AC85~264V 交流电源。其中所有输入点用 24V 电源公用一个公共点（0V 点），且无需外部提供工作电源。对继电器输出分别提供 4 个公共点，各公共点间相互独立，即提供 4 个独立的输出通道，对应有隔离要求的输出控制。

每台谷物烘干机有一只水分检测器，一只数显表。总的输入点为开关量 9 点，模式量 1 点，输出点为开关量 6 点。PLC 的 I/O 定义见表 26-5。

表 26-5 PLC 的 I/O 定义表

序 号	输 入 元 件	输 入 地 址	输 出 元 件	输 出 地 址
1	进料按钮	I0	换升机、上绞龙起停	Q0
2	通风循环按钮	I1	风机起停	Q1
3	热风循环按钮	I2	下绞龙起停	Q2
4	急停按钮	I3	排粮轮起停	Q3
5	换升机、上绞龙启动否	I4	燃烧机（点火）控制	Q4
6	风机启动否	I5	谷物水分达标报警	Q5
7	下绞龙启动否	I6		
8	排粮轮启动否	I7		
9	谷物水分检测	I10		

(3) 谷物烘干机 PLC 控制梯形图设计 根据谷物烘干机的工作流程，系统主要有谷物水分检测和燃烧机的控制。水分检测每隔一定时间要进行一次，将检测到的谷物水分与给定值比较，如果检测水分不大于水分谷物给定值，则控制燃烧机熄火，反之，则控制燃烧机点火燃烧。相应的控制梯形图如图 26-13 所示。

(4) 结论 机电一体化技术的发展为农业机械实现自动化提供了可能，同时也为 PLC 提供了一个广阔的应用场合。本例给出的谷物烘干机 PLC 自动控制系统与传统的电器控制、单片机控制等方案相比较，具有运行稳定可靠、设备结构简单、易于维护等优越性，完全适用于各种谷物烘干机的自动控制。

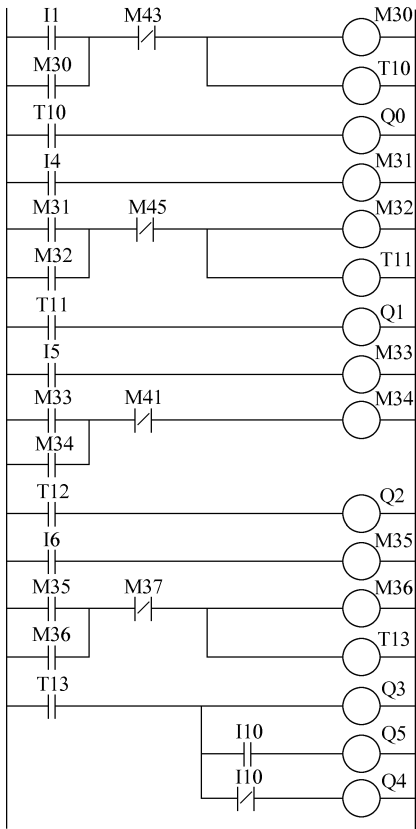


图 26-13 热风循环自动控制的部分梯形图

7. PLC 机器人施釉生产线控制电路

施釉是陶瓷产品中的主要环节，当今国际上先进陶瓷企业都采用机器人施釉生产线，生产效率高，产品质量好。在施釉工艺方面，许多企业还在采用手工的方法，工人完全凭经验进行喷涂。由于工人的熟练程度和生产经验存在差异，再加上疲劳程度和工作状态的影响，难以保证施釉质量的稳定，另外手工施釉工作条件恶劣，影响个人身体健康，因此必须采用高新技术对陶瓷企业进行改造。

采用机器人施釉是解决以上问题的最佳途径，本例是针对机器人施釉生产线的自动控制问题，讨论 PLC 在其中的应用。

(1) 控制要求分析 线性物料输送系统包括上料输送线和下料输送线两部分。如图 26-14 所示，5#工位为旋转工作台（即喷涂工位），其左右两侧分别为上料输送线和下料输送线，各有 4 个工位，其中，2#、3#、7#、8#、9#可作临时储料位，均装有光电开关，以检测陶坯是否到达。

各工位的输送轨道均由各自的电动机单独带动，动作顺序如下：未经施釉的陶坯首先被置于 1# 工位，然后经输送辊道到达 3# 工位，横向移栽机 3'（包括气缸和横向移栽电动机）将陶坯输送到 4# 工位，然后继续前进，直至 5# 工位停止，并通知机器人陶坯到达，准备进行施釉。喷涂完毕后，陶坯被输送至 9# 工位。同样，在经过 7# 工位时，也需通过横向移栽机 7'来进行输送。

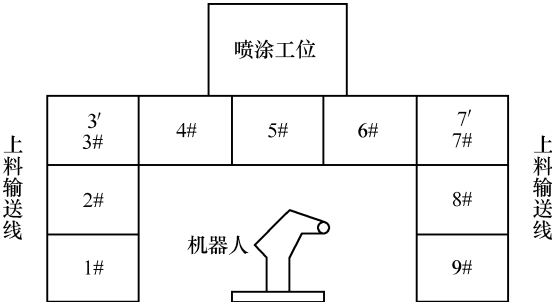


图 26-14 机器人施釉生产线的总体结构

输送系统有手动和自动两种运行方式，可随时通过手动/自动转换开关来切换。在手动方式下，可以用

按钮分别控制 1#~9# 各个工位的电动机、横向移栽机气缸和电动机等的起动和停止。这种方式适用于对生产线各部分进行分别调试及故障检修等情况，在正常生产情况下只使用自动方式，这时，整个输送系统均由 PLC 来控制。

(2) PLC 控制系统设计 在生产过程中，陶坯的传输由 PLC 控制，机器人和转台由计算机控制，它们之间必须传递某些信息才能使传输与施釉过程衔接起来。PLC、计算机与被控对象之间的关系如图 26-15 所示。

PLC 的 I/O 定义如表 26-6 所示。其输入信号有 13 路，包括：1# 电动机起动按钮，2#、3#、5#、7#、8#、9# 工位光电开关的常开触点，移栽机 3' 和 7' 气缸的上位、下位行程开关，以及喷涂完毕信号 SF 和应答陶坯到位信号 ARP。

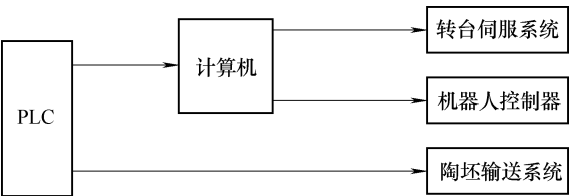


图 26-15 系统控制关系图

表 26-6 PLC 的 I/O 定义表

序 号	输 入		输 出	
1	X001	1# 电动机起动按钮	Y000	1# 工位的电动机控制信号
2	X002	2# 工位光电开关	Y001	2# 工位的电动机控制信号
3	X003	3# 工位光电开关	Y002	3# 工位的电动机控制信号
4	X004	5# 工位光电开关	Y003	4# 工位的电动机控制信号
5	X005	7# 工位光电开关	Y004	5# 工位的电动机控制信号
6	X006	8# 工位光电开关	Y005	6# 工位的电动机控制信号
7	X007	9# 工位光电开关	Y006	7# 工位的电动机控制信号
8	X010	移栽机 3' 气缸的上位行程开关	Y007	8# 工位的电动机控制信号
9	X011	移栽机 3' 气缸的上位行程开关	Y010	9# 工位的电动机控制信号
10	X012	移栽机 7' 气缸的上位行程开关	Y011	移栽机 3' 的上升电磁阀控制信号
11	X013	移栽机 7' 气缸的上位行程开关	Y012	移栽机 3' 的下降电磁阀控制信号
12	X014	喷涂完毕信号 SF	Y013	移栽机 7' 的上升电磁阀控制信号
13	X015	应答陶坯到位信号 ARP	Y014	移栽机 7' 的下降电磁阀控制信号
14			Y015	移栽机 3' 的电动机控制信号
15			Y016	移栽机 7' 的电动机控制信号
16			Y017	夹紧电磁铁控制信号
17			Y020	陶坯到位信号 RP
18			Y021	应答喷涂完毕信号 ASF

PLC 的输出有 18 路，包括：1#~9# 工位的 9 个电动机控制信号，移栽机 3' 和 7' 的上升和下降电磁阀控制信号，移栽机 3' 和 7' 的电动机控制信号，夹紧电磁铁控制信号，以及陶坯到位信号 RP 和应答喷涂完毕信号 ASF。

输出控制信号 Y0~Y17 没有直接驱动交流接触器或电磁阀，而是通过固态继电器来驱动，这样就将 PLC 输出接口电路与交流接触器或电磁阀等感性负载隔离开来，可避免线圈通断瞬间产生的大电流对 PLC 造成影响。根据机器人施釉周边设备控制系统输入输出点数及控制要求的需要，本系统选用三菱 FX2N-48MR-001 型 PLC。其外部接线如图 26-16 所示。

图中，SB1 为 1# 电动机的起动按钮，SG1~SG6 分别为 2#、3#、5#、7#、8#、9# 电动机工位上的行程开关，SQ1 和 SQ2 为移栽机 3' 气缸的上位和下位行程开关，SQ3 和 SQ4 为移栽机 7' 气缸的上位和

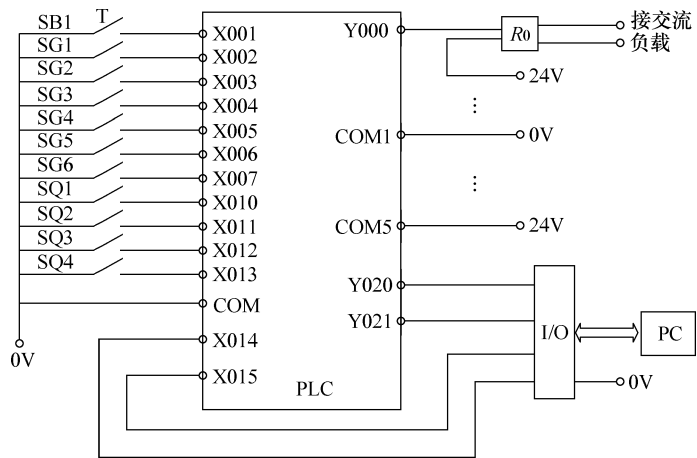


图 26-16 PLC 的外部接线图

下位行程开关。

(3) 施釉生产线 PLC 控制梯形图设计 以 2 号工位电动机为例，它的停止条件是 2 号、3 号工位都有工件或移载机 3 号气缸在上位，其他情况下，2 号电动机保持运行状态，相应的梯形图如图 26-17 所示，其他电动机的控制可参照该方法完成。

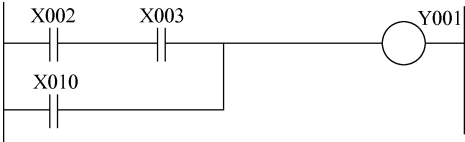


图 26-17 2 号电动机的控制梯形图

完成 PLC 与计算机之间信息传递的 PLC 梯形图如图 26-18 所示。

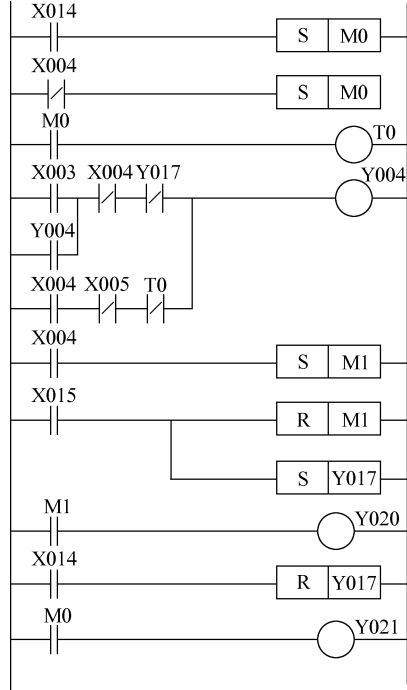


图 26-18 5 号工位喷涂过程梯形图

说明如下：

1) 当 5 号工位光电开关检测到陶坯到达的信号时，一方面 5 号电动机停转，另一方面向计算机发出陶坯到位信号 RP。

2) 计算机收到这个信号后, 立即向 PLC 发出应答陶坯到位信号 ARP, 同时向机器人控制器和转台伺服系统发出相应信号, PLC 收到 ARP 信号后, 电磁铁夹紧托盘, 并将陶坯到位信号复位, 接着, 计算机和转台按照编定的程序进行动作。

3) 喷涂完毕后, 计算机向 PLC 发出喷涂完毕信号 SF。PLC 收到此信号后, 向计算机发出相应的喷涂完毕信号 ASF, 同时夹紧电磁铁松开, 延时 0.5s 后, 5 号电动机起动, 将陶坯送出。

(4) 结论 该机器人施釉生产线 PLC 自动控制系统通过现场的安装调试, 运行情况良好, 基本达到了预期目标, 充分发挥了 PLC 控制系统运行可靠、控制灵活、维护方便的优点。它的成功应用, 说明 PLC 在传统行业技术改造中大有作为。

8. PLC 储丝生产线控制电路

储丝生产线的功能就是将上道工序已加工成的烟丝, 按照不同的规格型号及不同的等级分别送往指定的储丝柜储存并加以均匀混合。然后, 根据需要将不同类型的烟丝送往指定的卷烟生产线。本例针对卷烟生产中储丝生产线的控制问题, 讨论 PLC 在其中的应用, 包括控制系统的构成及控制设计等。

(1) 控制过程分析 储丝生产线的工作过程如下:

1) 烟丝通过进料输送带进入横跨于储丝柜之上的分配行车, 分配行车是按 X 方向做往返运动的, 并根据指令自动定位于指定储丝柜的上方。烟丝由分配行车导航上的分配带传入储丝柜中铺料行车的铺料带上。铺料行车是按 Y 方向做往返运动, 伴随着铺料行车都在储丝柜中往返运动, 铺料带正反转, 将带上烟丝落入柜中, 并在柜中铺成一条线。

2) 一条线铺完后, 铺料行车停止。分配行车起步并步进一段距离停止。铺料行车又开始铺第二条线, 如此往复, 直至在柜中铺一层烟丝。第一层铺完后, 分配行车反向步进, 铺料行车开始铺第二层, 直到储丝柜满, 进料系统停止。接到另一条指令后, 分配行车会重新寻找指定储丝柜进行进料。

3) 生产线出料时, 被指定的储丝柜的底带起动。底带可根据指令调整出料速度。烟丝通过底带生产线进入出料振槽, 分别送往下道工序。

整个生产线可以通过几个出料口同时出料, 甚至可以在同一柜中进出料同时进行。生产线工艺流程如图 26-19 所示。

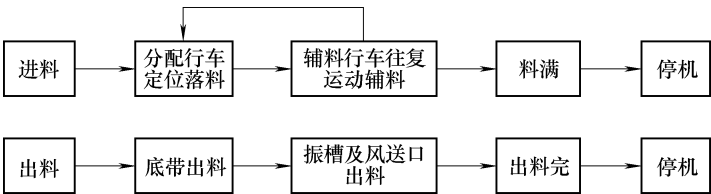


图 26-19 生产线工艺流程

根据上述过程, 构成 PLC 控制系统总框图, 如图 26-20 所示。

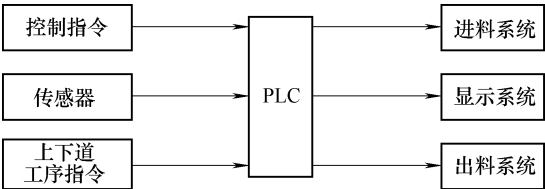


图 26-20 控制系统总框图

(2) PLC 的选型及 I/O 地址分配 根据系统的要求, 选用两台东芝 EX40H 型 PLC 作为控制主机, 并配两台扩展单元。I/O 总点数可达 140 个。为了满足分配行车、铺料行车的往返运动及分配行车的进料定位, 系统选用了 20 只无接触式感应接近开关。进料满和出料完的信号是通过装在储丝柜内上、下部 2 对光电开关来完成的。整条生产线装有 12 对光电开关。表 26-7 给出了 PLC 的 I/O 点分配表。

表 26-7 I/O 点分配表

IN 点号	输 入 信 号	OUT 点号	输 出 控 制
X01~X28	电动机故障信号	Y01~Y10	1~5 号柜铺料行车电动机
X29	起动	Y11~Y20	1~5 号柜铺料带电动机
X30	停止	Y21~Y25	1~5 号柜底带
X31	手动自动选择	Y26~Y30	1~5 号柜拨辊
X32	报警	Y31~Y35	1~5 号柜振槽
X33~X37	1~5 号柜进料选择	Y36~Y37	分配行车正反转
X38~X42	1~5 号柜出料选择	Y38~Y39	分配带正反转
X43~X52	铺料限位接近开关	Y40	进料带 1
X53~X62	分配限位接近开关	Y41	进料带 2
X63~X74	料满及出料完检测		

(3) 储丝生产线 PLC 控制梯形图设计 生产线有手控和自动控制之分。在手控状态下，整个系统完全脱离 PLC 控制，PLC 所有输出点皆不工作。当控制开关选择自动运行后，PLC 接通电源，并通知各行车运行至初始位置待命。说明如下：

1) 当 PLC 接到某号柜进料的命令后，首先指挥分配行车向该柜前进，并根据该柜位置将接近开关的信号定位于该柜上方，然后，分别延时 3s 起动进料输送带、铺料行车、铺料带、分配行车和分配带各电动机。延时的目的是为了避免系统的局部堆料。

2) 当 PLC 接到铺料行车到达极限位置传感信号后，通知铺料行车反向运行。同时命令分配行车再起动并步进 2s，分配行车按设计任务书要求步进 6 次。

3) PLC 收到分配行车极限位置的限位信号后，指令其反向步进。至此，进料程序开始循环。在循环过程中，料满传感器不断将信号送往 PLC，PLC 接到料满信号后，指示报警系统工作。1min 后，通知进料系统将各电动机间隔 10s 分别关机。软件中还应设置各储丝柜进料的互锁指令，即当 PLC 在给某号柜进料过程中，不再接受其他柜进料的指令。

4) 当 PLC 接到某号柜出料命令后，每间隔 3s 起动出料口外各电动机。如 1 号储丝柜外有两级出料振槽和一个风力送丝出料电动机，应间隔分别起动。然后起动出料拨辊。电动机运行 3s 后，再起动出料底带运行。

5) 出料过程中，PLC 始终用出料传感器应答信号监视出料情况。当 PLC 收到由光电开关送来的出料完信号后，继续运行 1min 后自动间隔停各电动机。软件中将 6 个储丝柜的出料程序处理为“与”的关系，即各储丝柜可以同时分别出料，互不影响。由于该系统庞大，所以程序也较为繁琐。软件设计中多次采用了时间控制、时序控制、各部分互锁和控制循环。

(4) 结论 储丝生产线在起动后连续工作时间长，环境温度温差大，对控制系统的可靠性要求高。选用 PLC 作为控制器，必须适应系统的工作特点和运行环境，并具有灵活控制的特点。此外，系统设计中选用的所有传感器均选用无接触式器件，避免了开关次数过多对系统可靠性的影响；系统除设计了 PLC 自动控制系统外，还设计了手控系统，手控系统便于调试和维修，同时由于它脱离了 PLC 控制，在生产线自动系统出现故障时，可以作为自动控制系统的备份使用。

9. PLC 高压离心风机控制电路

风机动力设备的传统控制方法是通过手动或继电器控制，存在着可靠性和灵活性差的问题。比如，由于电动机的容量大，就存在起动花费时间长、起动电流大、运行安全可靠差等问题。为此，需要采用多项措施实现高压离心风机的自动控制，并保证系统的安全运行。本例讨论 PLC 对高压离心风机进行控制的问题。

(1) 系统控制要求 为了解决上述问题，需要采用在起动离心风机时减少起动负荷、通过星-三角转换

法来降低起动电流、进行安全互锁控制等措施。风机电动机起动主电路如图 26-21 所示。

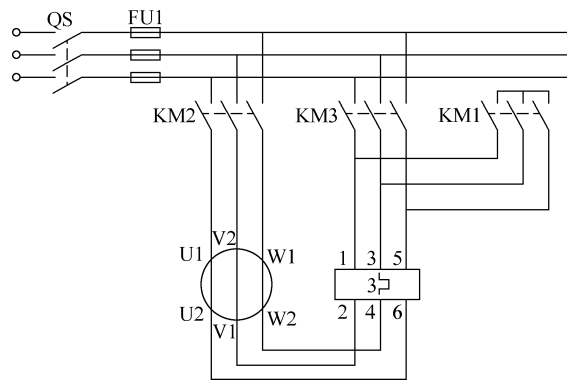


图 26-21 风机电动机起动电路图

其中接触器 KM1、KM2 接通，KM3 断开时，风机电机线圈为星形联结；KM2、KM3 接触器接通，KM1 断开，风机电机线圈为三角形联结；KM1、KM3 应互锁。

(2) PLC 选型及 I/O 定义 系统由一台 OMROM 公司生产的 CQM1 型 PLC 进行控制。PLC 的 I/O 地址分配见表 26-8。

表 26-8 PLC 的 I/O 地址分配表

序 号	输 出 元 件	输 出 地 址	输 出 元 件	输 出 地 址
1	起动按钮开关	00000	阀门位置指示灯（黄灯）	00100
2	阀门位置开关	00001	风机运行指示灯（绿灯）	00101
3	停止运行按钮	00002	过热保护指示灯（红灯）	00102
4	热保护继电器	00003	KM1 接触器线圈	00104
5			KM2 接触器线圈	00105

(3) 高压离心风机 PLC 控制梯形图设计 图 26-22 是高压离心风机的 PLC 控制图。其中 TIM000 用于风机起动时的延时，TIM001 用于防电弧内部锁定延时，TIM002 用于 KM2 的滞后接通延时。

对于梯形图，说明如下：

- 1) 起动风机时，按下起动按钮，若黄灯亮，表示风机阀门未完全关闭，待风机阀门关闭后黄灯灭。
- 2) 黄灯灭后再按下起动按钮，绿灯亮，起动时间定时器工作，KM1、KM2 接触器接通，风机电动机线圈呈星形联结，电动机开始起动。
- 3) 60s 后风机运转至正常速度，防电弧内部锁定时间定时器开始定时，KM1、KM2 接触器断开。
- 4) 内部锁定 5s 后，KM3 接触器接通，KM2 滞后 3s 接通，电动机线圈呈三角形联结。风机转入正常运转。
- 5) 若在起动或运转过程中电动机线圈过热，热保护继电器断开 KM2 接触器，红灯亮，风机停止运行。
- 6) 若偶遇紧急情况或需要停止风机运行时，按下停止运行按钮，KM2 接触器断开，风机停止运行。

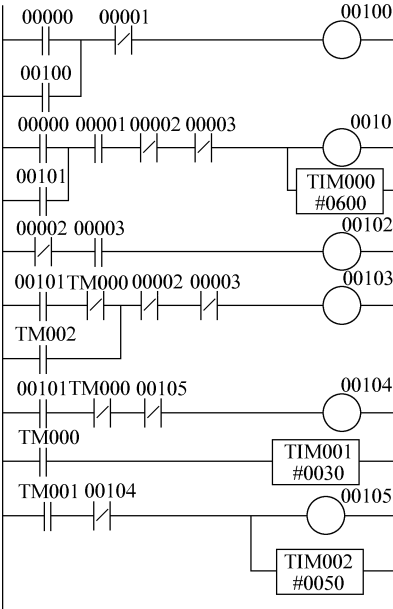


图 26-22 风机控制梯形图

(4) 结论 为了解决高压风机设备的电动机容量大，而引起的风机起动时间长、起动时电流过大、运

行安全性较差等问题,本例采用 PLC 进行控制,通过自动减少负载、利用星-三角转换法降低电动机启动电流、进行安全互锁控制等多种方法,充分发挥 PLC 在可靠性和控制灵活上的优势,来提高整个系统的运行可靠性和安全性。

10. PLC 砂处理生产线控制电路

砂处理生产线由混砂机、带式输送机及其配套设备、生产及除尘等用电设备组成,主要完成型砂、新砂及粘图、煤粉的输送任务。砂处理生产线的主要电设备是连续工作制,采用传统的继电器控制系统,需要采用大量中间继电器和时间继电器,可靠性差,难以保证系统长时间连续工作。虽然用继电器构成一个控制系统的直接投资比 PLC 少,但从系统的寿命及其维修费用来考虑,用 PLC 取代继电器构成一个控制系统是合适的。本例论述采用 PLC 实现砂处理生产线的控制问题。

(1) 系统控制方案 对于 PLC 控制系统的构成问题,从 I/O 点数上考虑,在砂处理系统中,一台中型 PLC 就够了,使用小型 PLC 则需要几台。但是,考虑到砂处理系统可分为几个相对独立的子系统(如旧砂输送、新砂输送、混砂、型砂输送等),各系统之间只有很少几个信号连锁,采用多台小型 PLC 可以将事故分散,更利于提高设备的运行率及系统调试,因此,本系统采用多台 GE-I 型 PLC 的控制方案。

(2) 采用计时器设计型砂输送控制 型砂输送系统中,输送带的工艺流程如图 26-23 所示。

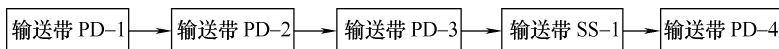


图 26-23 输送带的工艺流程

该系统的基本控制要求如下:

1) 启动时应逆工艺流程延时启动,其启动顺序如图 26-24 所示。

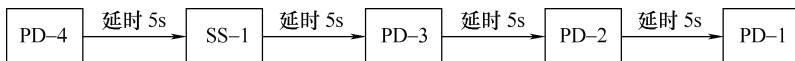


图 26-24 输送带启动程序

2) 停止时,全部设备同时停机。

(3) 采用鼓形控制器设计旧砂输送控制 旧砂输送系统中,输送带的工艺流程如图 26-25 所示。

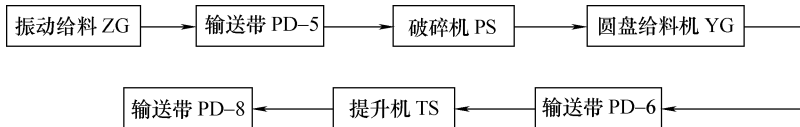


图 26-25 输送带的工艺流程

该系统的控制要求如下:

1) 启动时应逆工艺流程延时启动,其启动顺序如图 26-26 所示。

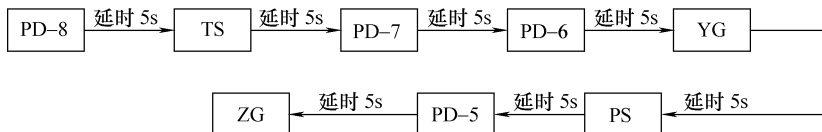


图 26-26 输送带启动程序

2) 停止时应顺工艺流程延时停止,其停止顺序如图 26-27 所示。

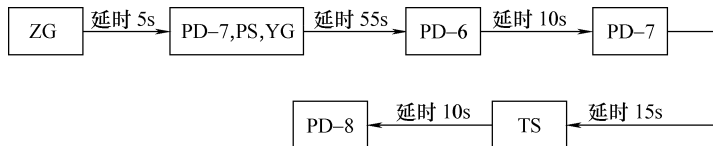


图 26-27 输送带停止顺序

根据系统的特点，采用鼓形控制器来实现上述要求，设计的梯形图如图 26-28 所示。

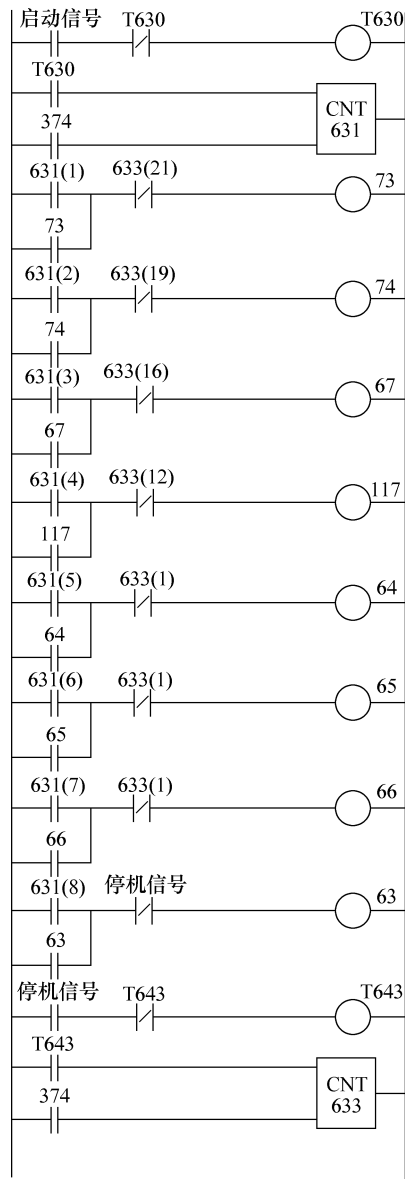


图 26-28 输送带控制梯形图

说明如下：

- 1) C631、C633 当作鼓形控制器使用，其计数脉冲由 T630 产生，脉冲周期为 5s；C633 在顺序停止时使用，其计数脉冲由 T643 产生，脉冲周期也是 5s。
- 2) 起动信号有效后，T630 每 5s 产生一个脉冲，C631 走一步，相应的一对常开触点闭合，各设备顺序起动。
- 3) 停止信号有效后，T633 每 5s 产生一个脉冲，C633 走一步，当到达相应的时间后，对应的一对常闭触点闭合，各设备顺序停止。
- （4）结论 本例以砂处理生产线的自动控制为例，根据型砂输送、旧砂输送和碾辊系统流程的特点，分别采用了计时器、鼓形控制器、移位寄存器进行顺序控制梯形图的设计。可以看出，PLC 在顺序控制方面的功能强大，有丰富的编程指令，用户程序的设计灵活、方便，十分适用于像输送系统这类自动化生产

线的控制。

11. PLC 双参量随动系统控制电路

在化工、冶金、轻工等行业中，大量遇到随动控制，即系统的输出值能够紧密地跟踪设定的系统输入值。这类系统中，包括单参量的随动控制系统和多参量随动控制系统两类。以双参量随动控制系统为例，它的某一参量的输出值有时作为另一参量的设定值，两个参量除自身的稳定外，要求它们之间有一定的比例关系。

对于多参量随动控制系统，如果采用常规仪表对此类系统进行控制，由于接线复杂、精度及故障较多，影响设备的功效，因此宜采用计算机进行控制。PLC 作为一种通用的工业控制计算机，完全适合于这类随动系统的控制。因此，本节将以某工厂刨花板生产线的搅拌机系统为例，介绍 PLC 在双参量随动控制系统的应用。

(1) 工艺过程及控制要求 如图 26-29 所示为搅拌机工艺流程示意图。刨花由螺旋给料机供给，压力传感器检测刨花量，胶由胶泵供给，用电磁流量计检测胶流量，刨花和胶要按一定的比率送到搅拌机内搅拌，然后混料供给下一工序（热压机）蒸压成型。

要求控制器控制刨花量和胶量恒定，并有一定的比例关系，即胶量随刨花量的变化而变化，精度要求少于 3%。

根据控制要求，刨花回路采用比例控制，胶回路采用 PI 控制，其控制原理方框图如图 26-30 所示。随动选择开关用于选择随动方式。PLC 输出驱动晶闸管调速装置和螺旋给料机驱动器，分别控制胶泵直流电机和螺旋给料机驱动电动机的转速。

(2) PLC 选型及硬件配置 在 PLC 控制系统设计中，选用一台 F1-40MR 主机作为基本单元，一台 F2-6A-E 模拟量单元进入模拟量的输入与输出，其硬件配置如图 26-31 所示。根据系统的实际要求，基本单元剩余的输入/输出点可做其他用途，比如可以用于连接数字拨码开关，进行数据设定；可以连接数码管，显示数据等。

(3) 双参量随动控制梯形图设计 用 F1 系列的 PLC 来设计，部分梯形图说明如下：

1) 刨花设定 CH410 通道和刨花反馈 CH411 通道经 A/D 变换后做差值运算，并取绝对值，然后成比例系数 $P=2$ ，由 CH400 通道输出。

2) 当随动条件接通，刨花的反馈量用作胶带的给定量，反之，胶单独供给。

3) 在两种情况下，给定量和反馈量做

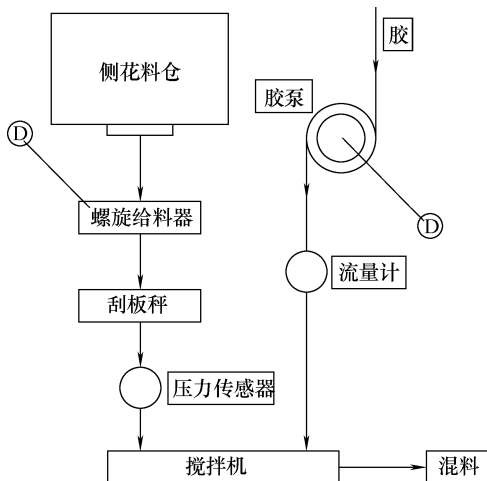


图 26-29 搅拌机工艺流程示意图

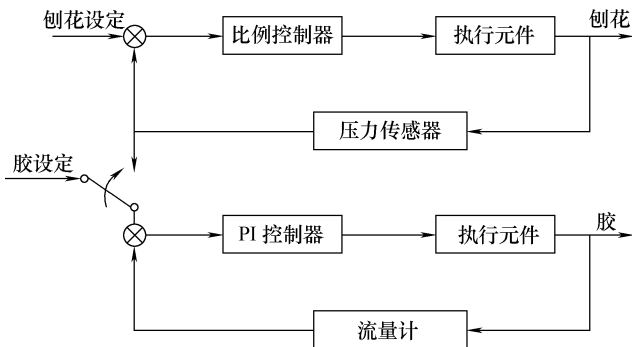


图 26-30 搅拌机控制系统原理方框图

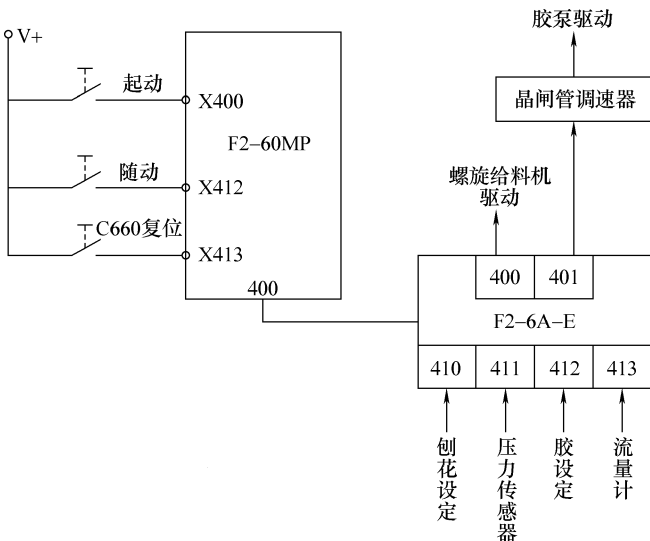


图 26-31 搅拌机控制系统硬件配置图

差值运算送 D707 数据寄存器, 然后做积分运算, 本程序做积分运算用计数器 C660 来实现。

4) 当输入值变化, D707 数值变化时, 如果计数器 C660 的实现值小于 D707 的数值, 计数器 C660 做加计数 (由 M471 加或减计数方式设定); 反之, 计数器 C660 作为减计数使用。如果 C660 实现值等于 D707 的数值, 计数器 C660 停止计数。这一过程即为积分过程。

5) 在系统启动时, 输出值缓慢增加到输入值, 在输出值出现波动的情况下, 积分器抑制输入值的波动。

(4) 结论 随动控制是一种典型的带有反馈的闭环控制, PLC 在这类控制系统中的应用首先要解决两个问题: 一是利用模拟量输入单元完成对反馈信号的实时数据采集, 二是根据被控系统的特点实现一定的控制算法。现代 PLC 在模拟信号 I/O 及数据运算方面, 无论在硬件方面, 还是在指令系统方面, 都有了很强的功能, 使用上也非常方便。因此, PLC 不仅能够完成大量开关量信号的控制, 还可以完成对随动系统的控制, 且可以实现对更加实用复杂系统的控制要求。

12. PLC 污水处理模糊控制电路

废水生物处理技术资格的序批式活性污泥法 (又称 SBR 法) 是一种简易、快速且低耗的污水处理工艺, 非常适用于水质水量变化大的中小城镇的生活污水处理, 以及微生物降解的工业废水处理。但是, 在许多应用中还不能实时检测各种污水指标, 只能采用时间程序控制, 因而影响了控制效果。目前, 由于化学需氧量 COD 浓度在线检测仪的出现, 将 COD 浓度作为重要的工艺参数, 可以组成基于 PLC 的 SBR 污水处理模糊系统。系统通过在线检测 COD 的浓度值来调节曝气量, 以保证出水质量, 节省运行费用。

(1) SBR 法污水处理过程分析 SBR 法由初次沉淀池、曝气池、二次沉淀池、污泥回流和剩余污泥排放几个部分组成, 如图 26-32 所示。

初次沉淀池用以去除污水中原生悬浮物, 悬浮物少时可不设置。污水和回流的活性污泥一起进入曝气池, 形成混合液, 通过曝气阀冲入空气, 使混合液得到足够的搅拌而呈悬浮状态, 然后流入沉淀池。混合液中的悬浮固体在沉淀池中沉淀下来和水分离, 流出沉淀池的是净化水。沉淀池中的污泥大部分回流, 成为回流污泥。

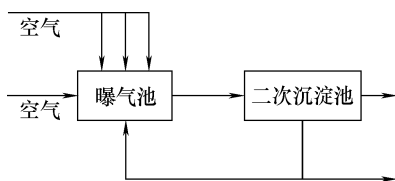


图 26-32 活性污泥法处理流程

SBR 法污水处理系统本身属于复杂的动态系统, 无法确定精确的数学模型。化学需氧量 COD 是一个重要的工艺参数, 但其在线测量存在一定的滞后。模糊控制不需掌握控制对象的精确数学模型, 而是根据控制规则决定控制量的大小, 这种控制方法对于存在滞后或随机干扰的系统具有良好的控制效果, 控制系统在污水处理过程中, 在线检测 COD 的值来调节曝气量, 使整个反映过程的化学需氧量 COD 处于适当的范围, 既能保证出水质量, 又能节省运行费用。

(2) PLC 模糊控制器的设定 曝气装置模糊控制器的输入量为曝气池中 COD 达标值与测量值的误差 e 及误差变化率 ec , 输出量为曝气机曝气增量 U , 其框图如图 26-33 所示。通过控制器定时采样 COD 值和 COD 值变化率与

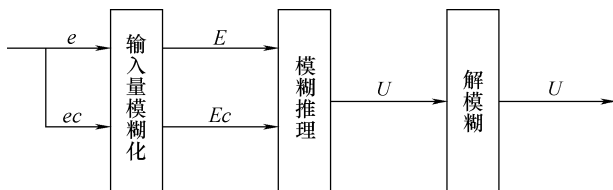


图 26-33 模糊控制器框图

达标值比较, 得 COD 值误差 E 以及误差变化率 Ec , 并以此作为 PLC 控制器的输入变量, 模糊控制器的输出 u 控制曝气机阀门的开度。

模糊控制器包括输入量模糊化、模糊推理和解模糊 3 个部分。 E 和 Ec 分别为 e 和 ec 模糊化后的模糊量, U 为模糊控制量, u 为 U 解模糊化后的精确量。

(3) 模糊控制算法的 PLC 实现 该系统选用 OMRON 公司的 CQMI 型 PLC 作为控制器。在模糊控制算法实现中模糊, 控制量表的查询是程序设计的关键, 图 26-34 给出了本例实现模糊控制量表查表功能的梯形图。

说明如下:

为了简化程序设计, 程序设计中将输入模糊论域的元素由 $[-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, +1,$

+2, +3, +4, +5, +6] 转化为 [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12], 将模糊控制量表中 U 的控制结果按由上到下、由左到右的顺序依次存入 DM0100 ~ DM0268 中, 控制量的基址为 100, 偏移地址为 $E_c \times 13 + E$ 。

DM0002 和 DM0003 分别为 E 和 E_c 在模糊论域中所对应的元素。“MOVDM0031 DM 1000”是间接寻址指令, 它将 DM0031 的内容作为被传递单元的地址, 将这个地址指定单元的内容 (即控制量 U), 传递给中间单元 DM1000, 再通过解模糊运算得 u , 然后由模拟输出通道传递给 D/A 转换器, 控制曝气阀开度。

(4) 结论 本例将模糊控制技术与 PLC 相结合, 实现了 COD 的模糊控制系统。利用 PLC 实现模糊控制系统, 既保留了 PLC 模糊控制系统可靠、灵活、实用能力强等特点, 又提高了控制系统的智能化程度。应用表明, 这种控制方法不仅提高了污水处理系统的可靠性, 节约了能源, 而且为进一步实现各种活性污泥法的实时控制提供了一种较为理想的控制方案。

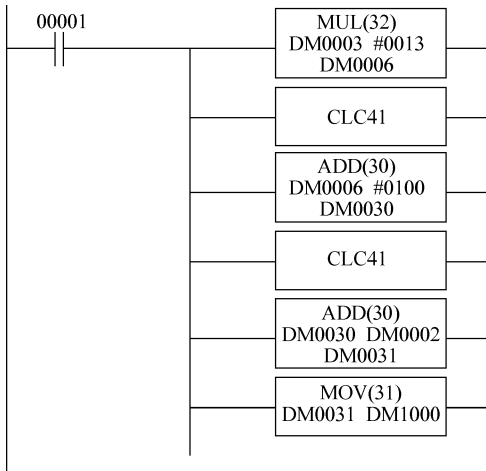


图 26-34 模糊控制量表查表功能的梯形图

13. PLC 电镀专用行车控制电路

电动车是现代化工厂中用于物料输送的重要设备, 传统的控制方式下, 大都采用人工操作的半自动控制方式。在许多场合, 为了提高工作效率、促进生产自动化和减轻劳动强度, 往往需要实现电动车的自动化控制。实现自动化控制, 可以使行车能够按照预定顺序和控制要求自动完成一系列的工作。本例以工厂电镀专用行车为例, 利用 PLC 构成一套自动控制系统, 实现对电镀专用行车的自动控制。

(1) 拖动系统设计 专用行车的前后和升降运动由三相交流异步电动机拖动。根据电镀行车的起吊重量, 选用两台 J02-12-4 型电动机进行拖动, 并采用一级机械减速。

拖动控制系统如图 26-35 所示。其中, 行车的前进和后退、上升和下降控制通过电动机的正反转来实现, 行车的前后和升降运动停止时, 采用能耗制动, 以保证准确停位。在平移过程中, 升降电动机采用电

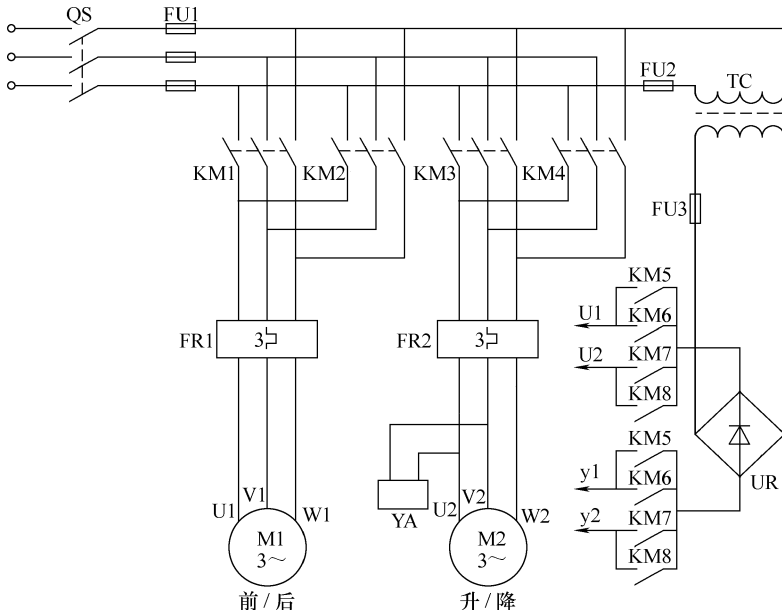


图 26-35 专用行车拖动控制系统

磁铁制动，以防止吊篮因自重下滑。

图 26-35 中，接触器 KM1 \ KM2 通过控制“前/后”电动机的正、反转，实现行车的前进和后退；接触器 KM3/KM4 控制“升/降”电动机，实现行车的上升和下降；接触器 KM5 和 KM6 控制行车的前、后制动器，接触器 KM7 和 KM8 控制行车的升、降制动器。FR1 和 FR2 为热继电器，起保护作用。

(2) PLC 选型及地址分配 根据该专用行车的控制要求，选用三菱公司的 F1-40M 型 PLC，其基本 I/O 点数为：输入 24 点，输出 16 点。

在电镀行车 PLC 控制系统中，PLC 的 I/O 点数随电镀槽的数目不同而不同。4 个电镀槽时，共需要 PLC 有 20 点的输入，8 点的输出；每增加一个槽，会增加 2 点的输入，其中一个用于槽位控制行程开关，另一个用于槽位选择开关；而 PLC 的输出点数与电镀槽的数目无关。如果电镀槽的数量较多，可根据需要再配用 F 系列的扩展单元，如选用 F1-20E 型或 F1-40E 型扩展单元等。在本例中，电镀槽的数目为 4 个，无需增加扩展单元。PLC 的 I/O 地址分配情况见表 26-9。

表 26-9 PLC 的 I/O 地址分配表

输入元件 代号	输入 地址	功 能 定 义	输出元件 代号	输出 地址	功 能 定 义
SB1	X400	紧急停止按钮	SQ5	X406	向前限位保护行程开关
SB2	X401	起动按钮	SQ6	X407	向后限位保护行程开关
SB3	X402	向前点动调整按钮	SQ7	X410	向上限位保护行程开关
SB4	X403	向后点动调整按钮	SQ8	X411	向下限位保护行程开关
SB5	X404	向上点动调整按钮	FR1	X412	FR1 热继电器常闭触点
SB6	X405	向下点动调整按钮	FR2	X413	FR2 热继电器常闭触点
SQ1	X500	第 1 槽槽位行程开关	KM1	Y430	前、后控制交流接触器
SQ2	X501	第 2 槽槽位行程开关	KM2	Y431	
SQ3	X502	第 3 槽槽位行程开关	KM3	Y432	升、降控制交流接触器
SQ4	X503	第 4 槽槽位行程开关	KM4	Y433	
SA1	X404	第 1 槽槽位选择开关	KM5	Y434	前、后制动控制接触器
SA2	X505	第 2 槽槽位选择开关	KM6	Y435	
SA3	X506	第 3 槽槽位选择开关	KM7	Y436	升、降制动控制接触器
SA4	X507	第 4 槽槽位选择开关	KM8	Y437	

(3) 电镀专用行车 PLC 控制程序设计 根据电镀专用行车的控制流程和 PLC 的 I/O 地址分配情况，可以设计 PLC 的梯形图程序，部分梯形图如图 26-36 所示。

图 26-36 所示的梯形图由停止、上升、下降、前进、后退、上升制动、下降制动、前进制动和后退制动等环节组成。根据电镀专用行车的控制要求，每一环节除了能满足控制要求外，还充分考虑了各个环节之间的互锁，包括上升、下降、前进、后退 4 个环节之间的互锁，以及上升与上升制动、下降与下降制动、前进与前进制动、后退与后退制动之间的互锁等，以保证系统运行的安全。

(4) 结论 将由人工操作的半自动化电动自行车改造为自动化控制，可以大大提高生产效率。选用 PLC 作为电动自行车自动运行的控制器，不仅可以方便的实现各种控制功能，而且可以适应行车所处的恶劣的工作环境，无需在硬件上采取过多的措施。

本例采用 PLC 对电镀专用行车进行自动控制，简化了电器控制系统的硬件接线，减小了控制器的体积，提高了控制系统的灵活性。同时，PLC 有效完善的自诊断和自保护能力，可以增强系统的抗干扰能力，提高系统的可靠性。

(续)

序 号	输 入 元 件	输 入 地 址	输 出 元 件	输 出 地 址
3	液位传感器 H	00002	电磁阀 YV2	01002
4	液位传感器 I	00003	电磁阀 YV1	01003
	液位传感器 L	00004		

(3) 液体混合装置 PLC 控制梯形图设计 由上述分析，可以看出，这是一种典型的步进控制，可以用移位寄存器指令 (SFT) 很方便地实现，梯形图程序如图 26-38 所示。

说明如下：

1) 考虑到移位寄存器的移位脉冲用窄脉冲较为合适，所以将各起动按钮信号、各液位传感器信号用微分指令均转换成窄脉冲。

2) 按下起动按钮时，用 MOV 指令将移位寄存器通道的最低位 HR000 置“1”，并由该位控制输出继电器 01001 接通，使外接的 YV1 电磁阀通电打开，液体 A 流入容器。在按下起动按钮的同时，保持继电器 HR0100 接通并锁存。

3) 当液位高度上升到 I 时，液位传感器 I 闭合，输入继电器 00003 接通，其上升沿经微分后使 20100 接通一个扫描周期 (如图 7-10 所示的第 7 梯级)，而 20100 就作为移位寄存器的移位脉冲，使 HR00 通道中的各位依次移一位，即 HR0001=1。由于移位继电器的输入端逻辑为 25314，这是始终保持 OFF 的特殊功能寄存器，从而保证每次移位时均是“0”移入 HR00 通道的最低位。这时输出继电器 01001 断开，使 YV1 电磁阀断电，而 HR0001=1 控制输出继电器 01002 接通，使外接的 YV2 电磁阀通电打开，液体 B 流入容器。

4) 当液位高度到达 H 时，输入继电器 00003 接通，其上升沿经微分后使 20100 又接通一个扫描周期，使移位寄存器通道 HR00 中的各位再移一位，即 HR0002=1，此时输出继电器 01002 断开，使 YV2 电磁阀断电而输出继电器 01000 接通，使外接的接触器 KM 线圈通电，电动机起动运转，同时内部定时器 TIM000 开始定时。

5) 当定时器 TIM000 定时 60s 时间到时，其常开触点闭合，使 20100 接通，移位寄存器通道 HR00 中的各位再移动一位，即 HR0003=1，此时输出继电器 01000 断开，使 KM 接触器线圈断电，电动机停转，而输出继电器 01003 接通，使外接的 YV3 电磁阀通电，混合后的液体排放到下道工序去。

6) 当液位下降到传感器位置 I 以下时，液位传感器 I 断开，输入继电器 00004 断开，经下降沿微分后使 20100 接通一个扫描周期，移位寄存器 HR00 中的各位再移动一位，即 HR0004=1，它一方面控制 YV3 电磁阀继续通电，同时使内部定时器 TIM001 开始定时。

7) 当定时器 TIM001 定时 2s 时间到时，其常开触点闭合，使 20100 接通，移位寄存器通道 HR00 中的各位再移动一位，即 HR0005=1，此时输出继电器 01003 断开，使 YV3 电磁阀断电，完成一个循环的工作。同时，HR0005 触点闭合使

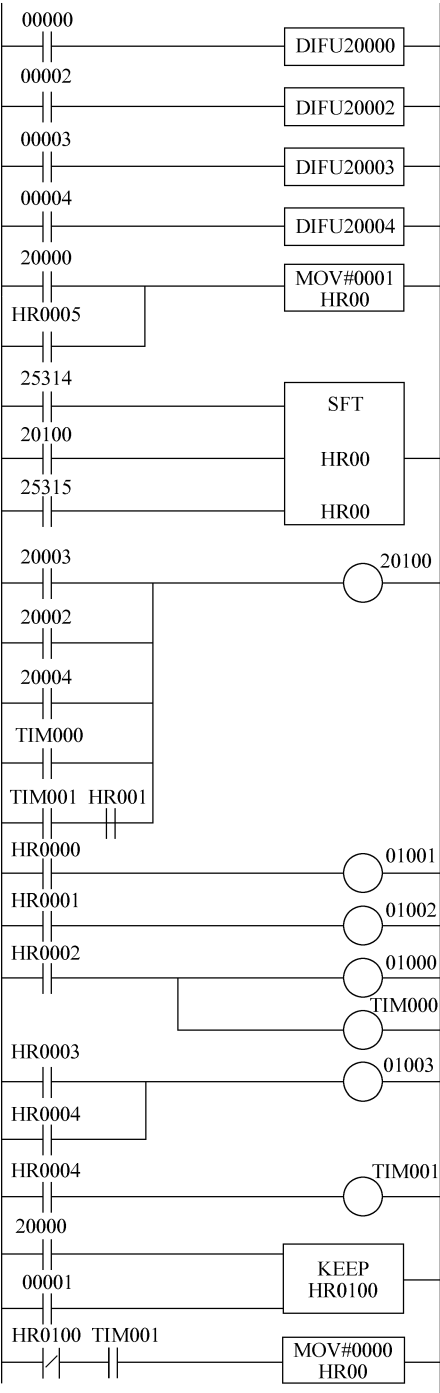


图 26-38 液体混合装置的控制梯形图

MOV 指令被执行，将移位寄存器通道的最低位 HR000 置“1”，从而又开始了新的循环。

8) 当按下停止按钮 SB2 时，输入继电器 00001 接通，使保持继电器 HR0100 复位，HR0100 的常开触点断开。因此在液体放完、定时器 TIM001 的延时时间到时，不再接通内部继电器 20100，而是执行 MOV 指令，将移位寄存器通道 HR00 全部清“0”，使整机停止工作。

(4) 结论 这种方法的一个突出特点是，通过程序使移位寄存器每次移位时仅有一个“1”在通道中移动，这样就保证了各部分之间的互锁，因而就不必像经验设计法中完全依靠触点来进行互锁，经常会“顾此失彼”，从而简化设计过程，这在部数较多、控制要求较复杂的步进控制中更能显出其优越性。

15. PLC 轴承滚针分选机控制电路

为了提高和保证产品的质量，生产中对一些部件按照一定的工艺要求进行归类分组是必要的。以轴承的生产为例，要求对生产中的滚针和滚柱进行分选组别，这一工作由轴承滚针分选机来完成。分选机的功能是对工件进行连续测量，将被测参数转变为电信号，再经电路放大、逻辑运算处理后，控制相应的执行机构动作，对工件实行自动分选，这一过程需要进行自动控制，本例介绍一种使用 PLC 构成的分选机控制系统。

(1) 控制要求分析 分选机属于比较测量仪器，先以标准尺工件定标或先校正好测微仪的放大倍数，然后以被测工件与标准工件尺寸进行比较，产生直径尺寸差 Δd 和长度尺寸差 Δl ，电感测量头将 Δd 和 Δl 转为电感差 ΔL ，测量电路将电感差转变为 $0\sim+10\text{V}$ 的电压信号 U_s 。信号经 PLC 模拟量输入模块转变为数字量，并根据工艺要求，将参数同标准数据进行比较，控制相应料门电磁铁。分选的工艺要求如下：

1) 长度信号先与直径信号进行分选：分选时，先将滚针的长度测量值分为 3 类，即长度超差件 L+、L- 和合格件 L0，然后再将 L0 工件按照其直径大小细分为超差件 D+、D-，合格件 D1、D2~D10，也就是说只有长度合格的工件才进行直径分选。

2) 组别按尺寸大小，由小到大进行排列：长度按 L-、L0、L+，直径按 D-、D1、D2、等到 D10、D+，从小到大顺序排列，以保证工件准确地落入属于自己的组别。

(2) PLC 选型及 I/O 定义 系统采用 OMRON C200H 模块式 PLC，现场开关信号接入 24V 输入模块，指示灯、中间继电器及电磁铁线圈由晶体管输出模块控制。选用差动式电感传感器将滚针或滚柱的直径和长度的变化转变成电感量变化，再经测量放大电路放大成标准的电压信号，接至 PLC 的模拟量输入模块。

该系统总输入点位：开关量 5 点，模拟量 2 点，分别采用直流 24V 的 8 点输入模块 IM211 和模拟量输入模块 AD001；输出点为开关量 15 点，选用 OD411 和 OD211 晶体管输出模块。对 PLC 的输入输出端子进行定义和分配，见表 26-11。

表 26-11 PLC 的 I/O 分配表

输 入 地 址	信 号 定 义	输 出 地 址	信 号 定 义
00300	起动检测	00200	送料电动机
00301	停止检测	00201	正常指示
00302	同步清零	00202	超差指示
00303	复位信号	00203	运行指示
00304	调整单步	00100~00111	料门 1~料门 11 输出
111	直径量	00204	故障报警
112	长度量		

其中，模拟量输入单元 AD001 的技术参数主要有以下几个：

- 1) 输入路数：最大 4 路/单元。
- 2) 输入信号范围：电压 1~5V 或 0~10V，电流 4~20mA。
- 3) 分辨率：满量程的 1/4000（含线性误差）。

4) 转换时间：最大 2.5ms（一路）。

5) 输出代码：12 位二进制数码（000H~FA0H）。

(3) PLC 控制梯形图的设计 现通过工件 1 从送料到落料来说明一个程序周期的过程。

1) 送工件 1 至测量平台（同时推落上一工件）。

2) 对上一工件测量信号值清零，该工件对应的落料门关闭。

3) 对工件 1 进行测量并锁存，打开相应料门，准备落料。

4) 工件 2 送料，同时将工件 1 定下落料。

5) 工件 1 经一段时间落入相应料门。

6) 工件 1 测量信号清零，相应料门关闭。

设 T 为分选周期，已知分选机的分选速度为 125 件/min，则 $T=60/125=0.48\text{s}$ 。

PLC 程序的控制流程如下：

1) 起动测量信号后，首先是送料电动机起动，首次开机应有数十秒延时，以便系统稳定。

2) 送料的同时推落上一工件，同时等待测量同步脉冲的到来。

3) 取长度值，进行求平均数和数值变换。

4) 将长度测量值同设定值比较，判别是否超差，如为超差件则进入超差门。

5) 长度值不超差，则取其直径值，并判别直径是否超差，如不是超差件，则依次同各组别设定值比较，进行分选。

6) 该工件测量完后，如满足循环条件，则送下一工件进行测量分组。

长度测量值分组梯形图如图 26-39 所示。

(4) 结论 轴承滚针分选机是其中的一个典型的设备，利用 PLC 对其进行控制可以很好地提高它的性能。与其他控制方式相比，轴承滚针分选机的 PLC 控制系统具有硬件简单、易于进行程序设计和控制流程的修改、运行稳定、故障率低、分组精度高等优点，是一种较为理想的控制方案，可以应用于同类系统的设计。

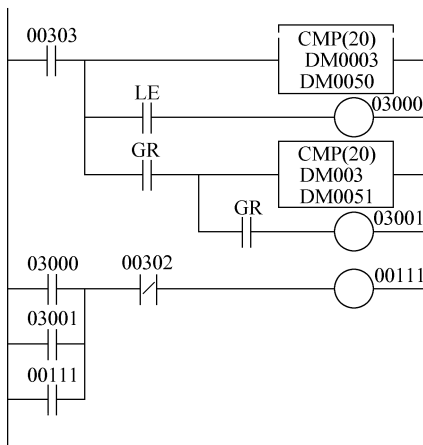


图 26-39 长度测量值分组梯形图

16. PLC 液压实验台控制电路

传统的液压实验台控制系统采用的是在阀电磁铁、行程开关和继电器上用“矩阵版排程序”的步进器控制方式。这种方式灵活性差，难以完成复杂的控制关系，因此，有必要对传统的液压回路实验台进行技术改造，或在新型实验台设计中处以新型的 PLC 控制系统，提高系统的整体性能。本例以典型的可拆装式液压实验台为例，论述 PLC 在其中的应用。

(1) 控制过程分析 PLC 控制的液压实验台可以作为液压元件性能实验和液压回路实验的平台，在硬件组成及连接关系不变的情况下，可以根据实际控制要求，通过对 PLC 重新进行 I/O 定义和控制程序设计，完成不同的实验项目。

下面以速度换接回路为例，来说明 PLC 在液压系统实验中控制程序的编写。速度换接回路的液压原理图如图 26-40 所示。

其中动作循环如下：

1) 当通电后，1ZT 有电，液压缸实现快进。

2) 当按下行程开关 2XK 时，3ZT 有电，回油走调速阀 1，实现一工进。

3) 当按下行程开关 3XK 时，4ZT 有电，回油走调速阀 2，实现二工进。

4) 当按下行程开关 4XK 时，1ZT 断电，2ZT 有电，油路反向，实现快退。

5) 当按下行程开关 1XK 时，5ZT 有电，系统实现卸荷。

(2) PLC 的 I/O 分配 根据实验回路的液压原理图和对动作过程的控制要求，将 PLC 的 I/O 点进行分配和定义，见表 26-12。

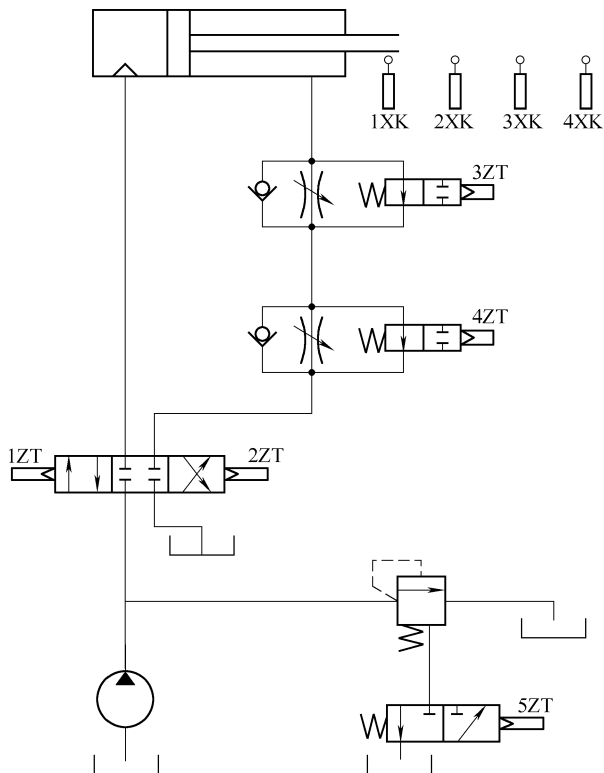


图 26-40 速度换接回路液压系统原理图

表 26-12 PLC 的 I/O 分配表

序 号	输 入 元 件	输 出 地 址	输 出 元 件	输 出 地 址
1	1XK	0004	1ZT	0500
2	2XK	0002	2ZT	0501
3	3XK	0003	3ZT	0502
4	4XK	0000	4ZT	0503
5	SB1	0001	5ZT	0504

(3) 梯形图设计 根据上述分析，可以编写出速度换接回路实验中的控制梯形图，如图 26-41 所示。

(4) 结论 在可拆装式液压实验台中，用 PLC 控制系统来代替传统的控制方式，可以克服继电器接触控制系统的可靠性差、控制不方便、响应慢等方面的不足，其优点体现在以下几个方面：

1) PLC 控制为可编程控制，具有很好的柔性，当实验项目改变后，PLC 控制的硬件设备可以不变，只需改变相应的应用程序即可。

2) PLC 控制具有较高的可靠性，适应实验环境。

3) PLC 控制具有体积小、重量轻的特点，易于实现机、电、液一体化的控制装置。

4) PLC 控制功能完善。除了一般的开头量、模拟量输入输出及控制功能外，还可以实现人机对话、记录和显示等功能，特别适用于可拆装式液压实验台的要求。

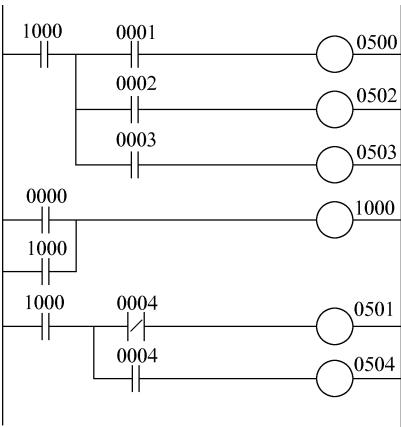


图 26-41 实验回路的控制梯形图

因此,在改造传统的液压实验台及新型液压实验台的设计中,PLC 控制方式有重要的应用价值。另一方面,PLC 控制的实验台在教学中也有广泛的应用,可以为学生在机、电、液知识的综合运用方面提供实验条件,有利于培养学生分析和解决问题的能力。

17. PLC 自耦变压器控制多台电动机电路

大型笼式异步电动机的起动,常采用自耦变压器减压起动的方式。起动结束后,自耦变压器被切除,额定电压加于定子绕组,异步电动机以额定电压正常运行,即自耦变压器只在起动的几秒或十几秒时间里投入运行,其他时间都被闲置。

在许多场合同时有多台容量相同或容量相近的大型异步电动机工作,但是这些异步电动机的起动并不要求同时进行。按照通常的做法,每台电动机都配置一台自耦变压器,这样不仅增加了控制设备的成本和占地面积,而且使控制电路变得复杂,增大了维护工作量。本例给出了以 PLC 为控制器,用一台自耦变压器对多台异步电动机的起动进行控制的方法。

(1) 电气控制要求 用一台自耦变压器起动多台异步电动机应满足以下要求:

1) 当任意一台电动机在起动过程中,其他电动机都不能起动。该电动机起动结束后才能起动下一台电动机。任何电动机(不论是停止,还是运行)都不能影响正在起动的电动机。

2) 起动任何一台电动机时,首先使该电动机与自耦变压器连接,减压起动,不应有直接起动的可能性。

3) 控制系统应具有较强的容错能力,即使出现误操作,也不应出现有危害人身安全和设备安全的情况。

4) 对电动机应有必要的保护措施,如过载、过电流保护等。

(2) 主电路设计 用一台自耦变压器起动多台电动机的主电路图如图 26-42 所示。起动电路由自动开关 QF0、接触器 KM0、自耦变压器 T 以及接触器 KM01~KM0N 组成,各台电动机的额定电压运行电路各自独立。以电动机 M1 为例,如电动机 M1 正常运行时,由 QF1、KM1 和热继电器 KR1 组成的回路供电。

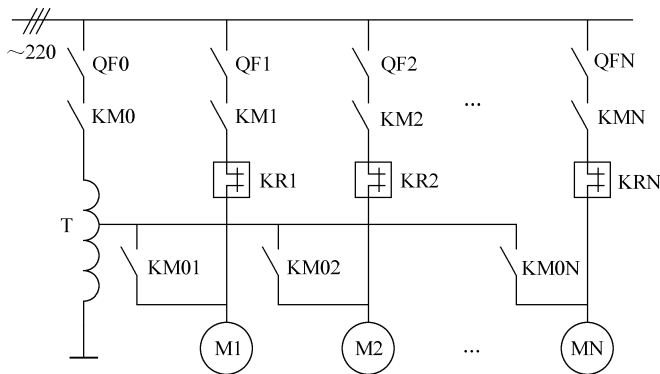


图 26-42 自耦变压器起动多台电动机主电路图

需要指出的是,通常自耦变压器的线圈是按比较短的运行工作时间设计的,一般只允许连续起动 2~3 次,再次起动时,需要等其冷却之后才能进行。用一台自耦变压器起动多台电动机,起动次数相对频繁,所以自耦变压器的容量除了根据电动机和最大起动负荷以及起动时间来考虑外,还可以采用容量大一级的自耦变压器,特殊场所还考虑备用自耦变压器的配置。

(3) 控制电路设计 为了达到上述目的,采用 PLC 为控制器,实现多台电动机起动的自动和联锁控制。PLC 的选择主要是根据被控制电动机的数量来选择 I/O 点数。满足控制的要求,可选择整理式、中低档 PLC 即可满足生产要求。

根据控制系统的要求,每台电动机应设一个起动按钮和一个停止按钮,同时电动机过载保护热继电器的信号也应反馈给 PLC,为节省 PLC 的输入点数,可将每台电动机的过载保护热继电器的常开触点与停止按钮的常开触点相并联后,作为一个输入信号再送到 PLC,这样控制系统的成本可以降低。因此,每一台

电动机只需要 PLC 的两个输入点。同样，由主电路可知，每台电动机由两个主接触器控制，因此需要两个 PLC 的输入点实现对接触器的控制。这样，根据所要控制的电动机的数目，就可以确定 PLC 所需的 I/O 点数，进而确定 PLC 的具体配置。

在电动机 PLC 控制回路的硬件设计中，要求实现硬件的联锁控制，以保证设备的安全。为了说明 PLC 控制回路的设计方法，以电动机 M1 的起动为例，给出如图 26-43 所示的 PLC 控制电路示意图。

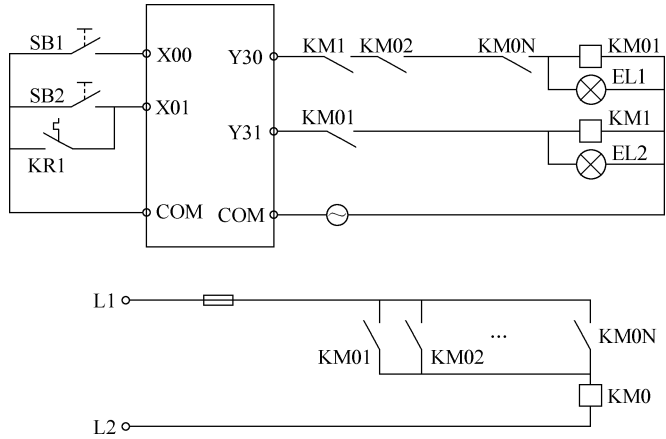


图 26-43 PLC 控制电路示意图

图 26-43 所示中，SB1 为 M1 的起动按钮，SB2 为停止按钮。在 KM01 的线圈控制回路中串接 KM02、KM0N 和 KM1 的常闭触点，从硬件上保证当其他电动机起动时，M1 不能启动。串接 KM1 的常闭触点可保证电动机在运行时不会因误操作而进入起动状态。起动指示信号灯 HL1 和工作指示信号灯 HL2 与相应的主接触器线圈并联，可节省输出点数。控制自耦变压器的接触器 KM0 则由 KM01、KM02 来控制。

(4) PLC 控制梯形图设计 以一台自耦变压器控制两台电动机的起动为例，取图 26-43 中 $N=2$ 即可。PLC 的输入输出定义见表 26-13。

表 26-13 PLC 输入输出定义表

输入/输出地址	输入/输出元件	定 义
X00	SB11	1 号电动机起动
X01	SB12	1 号电动机停止
X02	SB21	2 号电动机起动
X03	SB22	2 号电动机停止
Y30	KM01	1 号电动机的起动接触器
Y31	KM1	1 号电动机的正常运行接触器
Y32	KM02	2 号电动机的起动接触器
Y33	KM2	2 号电动机的正常运行接触器

根据控制要求和 PLC 的 I/O 定义，所设计的梯形图如图 26-44 所示。

以 1 号电动机的起动为例，PLC 的控制过程如下：

- 1) 当按下 SB11，X00 接通，Y30 动作使 KM01 吸合，KM01 动作使 KM0 吸合，1 号电动机串入自耦变压器减压起动。
- 2) 与此同时，由于 M100 的作用，使 Y30 自保持，并使 T50 开始计时，经过给定的一段起动时间后，T50 常开触点闭合，M101 得电并自锁。
- 3) T50 常闭触点动作，使 Y30 和 M100 线圈回路断开，从而使 KM01 和 KM0 失电跳开，自耦变压器停止工作，电动机起动完成，投入全电压运行。

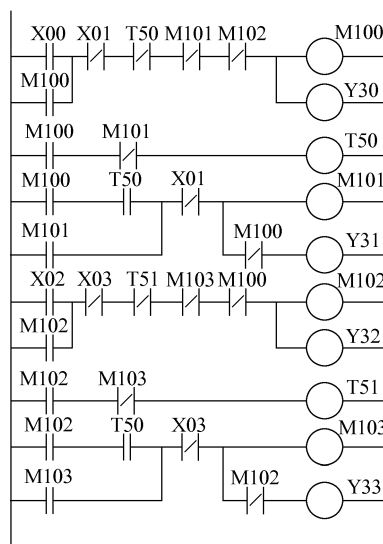


图 26-44 梯形图

4) 停机时按下 SB12, X01 常闭触点断开 Y31 线圈, 使 Y30 和 M100 线圈断电, Y31 动作, 使 KM1 吸合, 从而使 KM01 和 KM02 失电跳开。

Y30 线圈回路中串入 M102 常闭触点, 以及 Y32 线圈回路中串入 M100 常闭触点, 是从软件上使两台电动机不能同时起动, 提高控制系统可靠性和容错能力。

(5) 结论 本例根据实际应用中多台设备可以不同时起动的特点, 应用 PLC 和一台自耦变压器来控制多台大型异步电动机的起动和运行。为了保证系统的可靠性和设备运行的安全性, 设计中充分发挥 PLC 在控制上的灵活性, 从硬件和软件两个方面实现了安全互锁控制, 达到了满意的控制效果。实践证明, 这种控制方案是可行的, 系统成本大大降低, 并能够可靠和安全地运行。

第 27 章 计算机控制电路

1. ADC0809 与 PC 总线的接口电路

ADC0809 是一种带有 8 通道模拟开关的 8 位逐次逼近 A/D 转换器。ADC0809 的 8 路模拟开关可以实现 8 选 1 操作，地址锁存与译码器的通道选择信号 ADDA、ADDB、ADDC，用于选择 8 个输入通道中的一个，地址锁存允许信号 ALE 可将 ADDA、ADDB、ADDC 选中的输入通道与 A/D 转换器连通。

8 位逐次逼近 A/D 转换器可将输入的模拟信号转换为 8 位二进制数，转换结果存入三态锁存输出缓冲器。正脉冲信号 START 可使 A/D 转换器启动转换，大约 100 μ s 后转换结束，转换结束后，EOC 信号由低电平变为高电平，通知 CPU 读取数据。

三态锁存输出缓冲器用于存放转换结果，当输出允许信号 OE 为高电平时，8 位转换结果由 D0~D7 输出，当 OE 为低电平时，数据输出线 D0~D7 为高阻状态。

由于 ADC0809 具有三态锁存输出缓冲器，因而可以直接与系统总线相连接。为了便于或简化接口电路设计，通常多通过通用并行接口芯片实现与系统的接口。图 27-1 所示电路是 ADC0809 通过可编程并行接口芯片 8255A 实现与 PC 连接的电路。

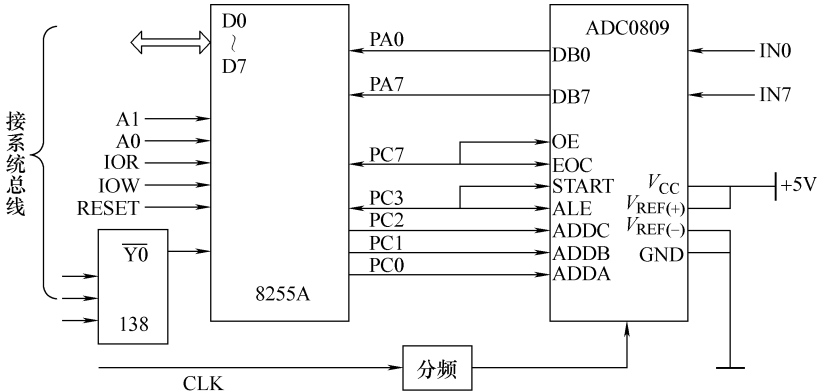


图 27-1 ADC0809 与 PC 总线的接口电路

2. AD574A 型 12 位 A/D 转换器的输入电路

AD574A 是一种高性能的 12 位逐次逼近 A/D 转换器，可以直接与 8 位或 16 位微机总线进行接口。输入 AD574A 的模拟电压，既可以是单极性的，也可以是双极性的。单极性输入模拟电压范围为 0~10V 或 0~20V；双极性输入电压范围为 ± 5 V 或 20V。

在单极性输入时，应将 BIP OFF 端接 0V，电路连接如图 27-2a 所示。图中的 BIP OFF 端通过 100 Ω 电

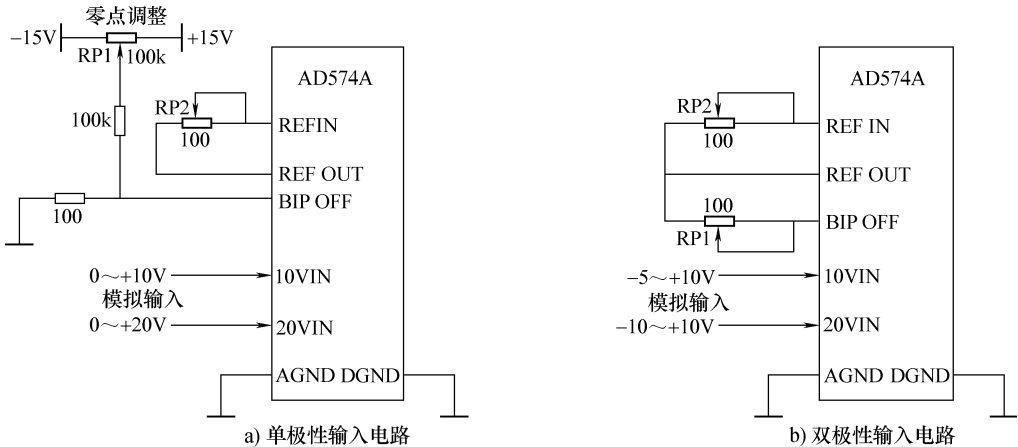


图 27-2 AD574A 单极性和双极性输入电路

阻接地，通过 RP1 还可以进行零点调整。

双极性输入时，BIP OFF 端接 +10V 电压，电路连接如图 27-2b 所示。电路中的 BIP OFF 端通过 100 Ω 电阻器 RP2 与 REF OUT 端的 +10V 电压连接。

3. AD574A 与 PC 总线的接口电路

图 27-3 给出了 12 位转换方式的 AD574A 通过 8255A 与 PC 总线接口的一个例子。图中 AD574A 的 12/8 引脚与 +5V 连接，A0 接地，使 AD574A 工作于 12 位转换和读出方式。CE、 $\overline{\text{CS}}$ 和 $\text{R}/\overline{\text{C}}$ 与 PC2~PC0 连接，通过 8255A 的 C 口可以向它们输出控制信号。8255A 的 A 口和 B 口都工作于方式 0，A 口、B 口和 C 口的上半部分为输入方式，而 C 口的下半部分为输出方式。输入 AD574A 的模拟信号采用单极性输入方式，通过 10VIN 输入端输入 0~10V 的模拟电压。8255A 系统地址 2C0H~2C3H。

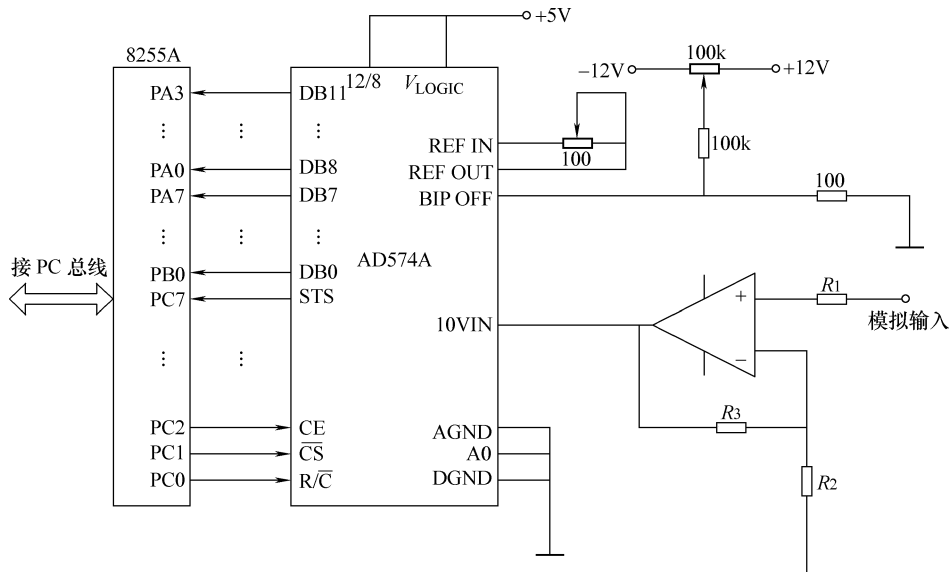


图 27-3 AD574A 与 PC 总线的接口电路

图 27-4 给出了 AD574 与 PC 总线连接的另一个例子。图中 U1 为 AD574 转换器，U2 为 74LS245 双向

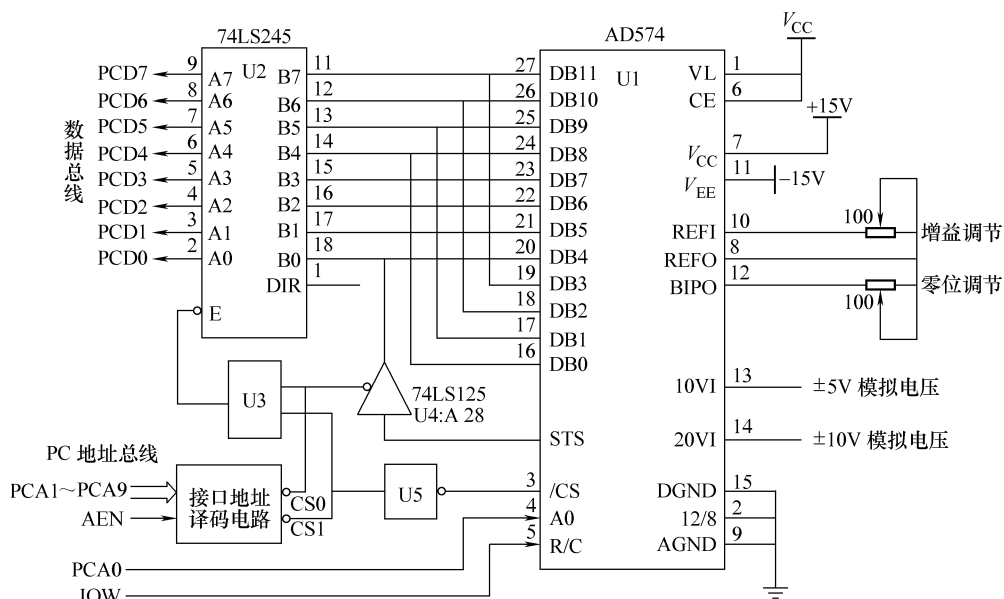


图 27-4 AD574 与 PC 总线接口电路

数据缓冲器, U3 为 74LS00 的双输入与门, U4 为 74LS125 三态输出门, U5 为 74LS04 反相门。

该接口的工作原理如下: 首先 PC 通过接口地址译码电路 (见图 27-5), 对所选的 I/O 端口进行写操作, 此时, CS1 为低电平 (有效), IOW 为低电平 (有效), 若 PCA0 也为 0, 则启动 AD574 的 12 位精度的 A/D 转换; 若 PCA0 为 1, 则启动 8 位精度的 A/D 转换。AD574 启动后, 需等待 $25\mu\text{s}$, A/D 转换才能结束, 对于定时方式的 A/D 接口, 计算机在启动 A/D 转换后, 延时大于 $25\mu\text{s}$ 后, 从 AD574 中即可读出 A/D 转换结果; 对于查询方式的 A/D 接口, PC 通过接口地址译码电路, 使 CS0 有效 (低电平), 将 AD574 的 A/D 转换结果输出信号, 通过 74LS125、74LS245 送给计算机的数据总线, 由计算机来判断 D0 位的状态, 若该位为 1, A/D 仍在转换中; 若该位为 0, 即 A/D 转换结束。此时, PC 可以使 CS1 有效 (低电平) IOW 无效 (高电平), 对 AD574 读数据, PCA0 为低电平时, 读到 A/D 转换结果的高 8 位数据; PCA0 为高电平时, 读到 A/D 转换结果的低 4 位数据及 4 个零。

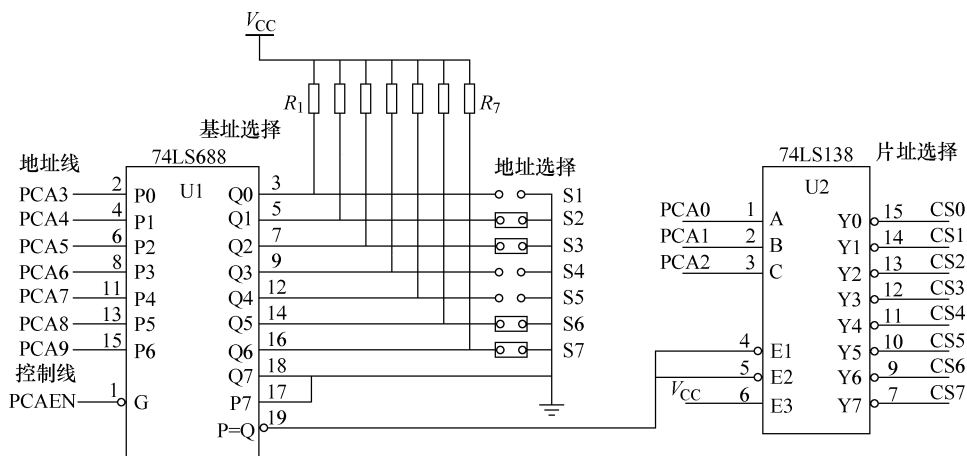


图 27-5 接口地址译码电路

4. CD4051 型模拟多路开关电路的扩展电路

CD4051 是单端输入 8 通道多路开关, 它带有 3 个通道选择输入端 A、B、C 和一个禁止输入端 INH, 输入端 A、B、C 信号用来控制选择 8 个通道之一被接通。在实际应用中, 如果被测参数多于 8 路, 使用一个 CD4051 多路开关不能满足路数的要求, 对此, 可将多个 CD4051 相连并进行扩展。图 27-6 所示为两个 CD4051 构成的 16 通道多路开关连接图。芯片 1 的多路开关接通工作时, 芯片 2 的多路开关就全部断开; 反之, 芯片 2 的多路开关接通工作时, 芯片 1 的多路开关就全部断开。所以, 只要一根地址 (或数据) 线作为芯片 1 和芯片 2 允许控制端的选择信号, 而两个芯片的通道选择输入端共用一组地址 (或数据) 线。

通过改变通道选择线 D3~D0 的状态, 即可选通 IN0~IN15 这 16 个通道之一。D3 用来控制芯片 1 和芯片 2 的 INH 输入端的电平。当 D3=0 时, 使芯片 1 被选中, 在此前提下, D2~D0 端的状态改变, 只能选通 IN0~IN7 中的一个。当 D3=1 时, 经反相器变为低电平, 芯片 2 被选中, 此时, D2~D0 这 3 条线上的状态, 可使 IN8~IN15 之中的相应通道接通。

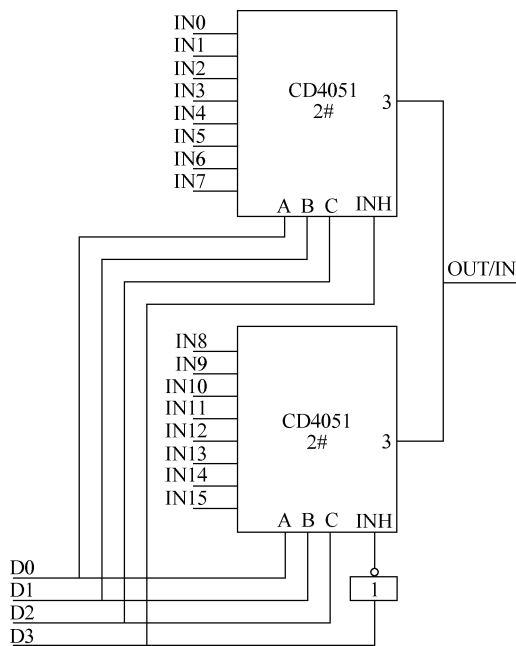


图 27-6 模拟多路开关 CD4051 的扩展电路 1

The schematic diagram illustrates the digital logic circuit for an 8-bit parallel A/D converter. It features four CD4051 8-to-1 multiplexers (U1, U2, U3, U4) and a 74LS273 8-bit D-type flip-flop. The multiplexers are connected to the flip-flop inputs (D0-D7) and the A/D converter inputs (V1+, V1-). The flip-flop outputs (Q0-Q7) are connected to the A/D converter inputs. The A/D converter is represented by a block labeled 'A/D'.

被测信号的输入方式通常可分为单端输入或双端输入两种，双端输入的优点是共模抑制比高，即能够抑制较大的共模干扰。在图 27-7 中，多路模拟开关 U1~U4 (CD4051) 提供了 32 条通路 (CH0~CH31)。CPU 输出一字节控制字存入 D 寄存器 (74LS273)，其中，D0、D1 和 D2 位分别作为多路模拟开关的地址线 A、B 和 C，D3~D6 位分别作为 U1~U4 的控制信号 $\overline{EN}$ 。

如果选双端输入，即 16 路输入信号，每个信号占两个端子开关，其中 CH0~CH15 为信号正端 V1+，CH16~CH31 为信号负端 V1-。为此，可把短接柱 KA 的 2-3 短接，再把短接柱 KB 的 1-2，4-5 短接。此时控制字的 D3 位作为 U1 和 U3 的控制信号 $\overline{\text{EN}}$ ，而 D4 位作为 U2 和 U4 的控制信号 $\overline{\text{EN}}$ 。这样，就提供了 16 路双端输入信号的通路。

该图采用两种选增益的方法,一种是通过开关 S1~S4 选输入级放大器增益,其增益分别为 2、3、5、9;另一种是通过程序给出控制字(D0~D2)选 D/A 转换器 DAC1210 的数字输入端 DI1~DI4,其增益分别为 2、4、8、16、32、64、128、256。

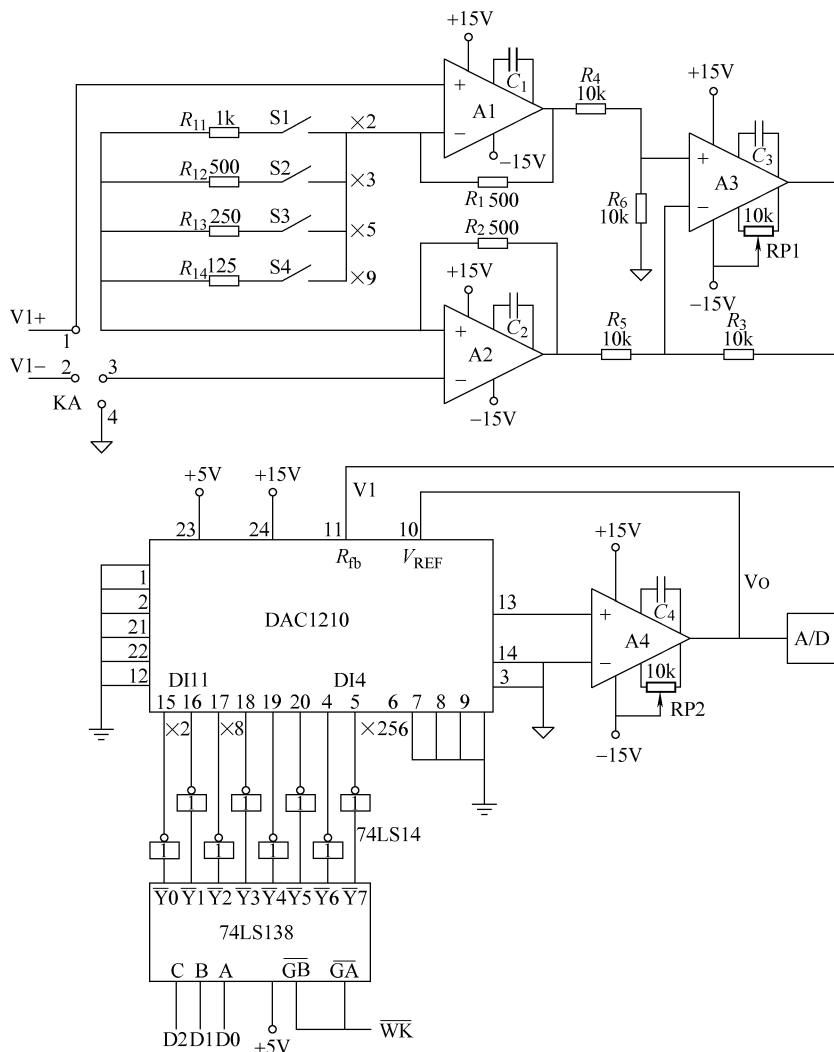


图 27-8 可变增益前置放大器电路

图中，运算放大器 A1、A2 和 A3 电路等效为同相输入放大器，放大器增益 $K=1+\frac{R_1+R_2}{R_i}$ ，其中 R_i 分别为 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{14} ，如果开关 S1~S4 中只有一个电阻作为输入电阻 R_i ，那么放大器的增益分别为 2、3、5、9。

D/A 转换器改变了接线方式，被改接成了放大器，只要通过程序给出控制字来改变数据输入端的状态，就可以改变放大器增益。图中用数据线 D0、D1 和 D2 经 3-8 线译码器的 8 个输出，分别控制 DAC1210 的 8 个数据输入端 DI1~DI4，相应的放大器增益相当于 2、4、8、...、256。

6. AD574 与 RS-232C 接口电路

在许多应用场合，要求通过计算机的串行接口（RS-232C），将模拟信号的 A/D 转换结果送入计算机中，为此，设计出了与 RS-232C 接口相连接的 A/D 转换接口电路，如图 27-9 所示。从图中可以看出，这是一种带单片机控制的智能型接口，计算机与单片机 89C2051 之间实现标准的 RS-232C 通信。单片机 89C2051 与 AD574 之间实现并行的 A/D 接口连接，正常情况下，AD574 一直在工作，由 89C2051 启动 A/D，A/D 转换结束后，会自动向单片机请求中断，单片机响应中断后，将 A/D 的转换结果取走，保存在内部 RAM 中，启动下一次的 A/D 转换。该过程一直循环进行，计算机根据实际需要，可以随时向 89C2051 读取 A/D 转换的结果。不足之处是，由于受串行通信波特率的影响，A/D 数据的更新速度受到限制。

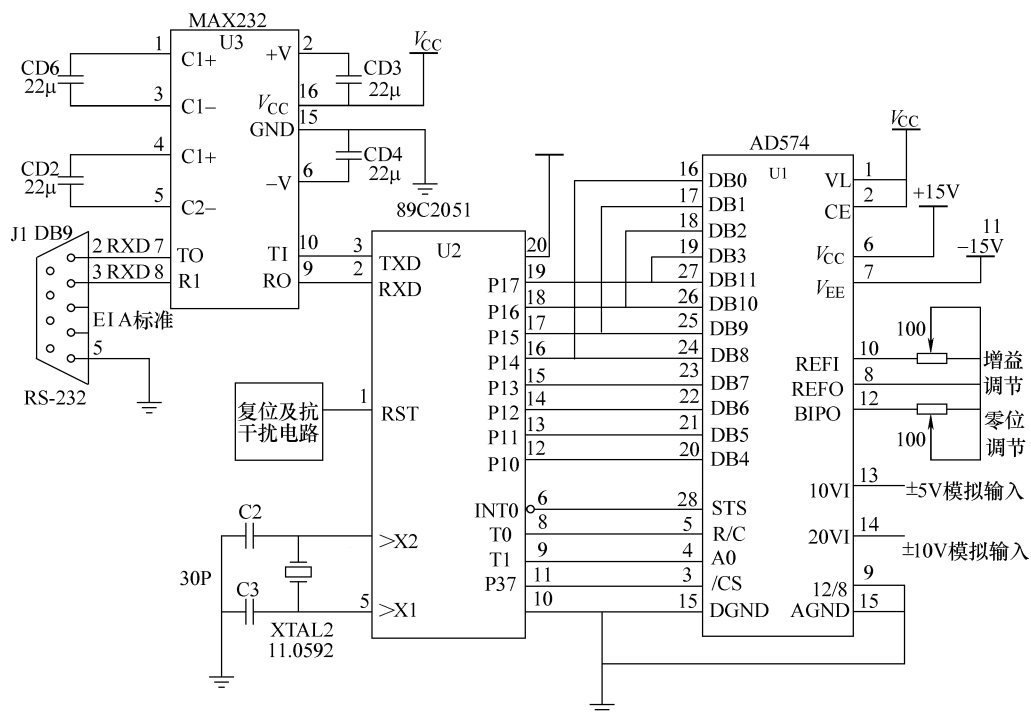


图 27-9 AD574 与 RS-232C 接口电路

7. AD574 与打印机的接口电路

图 27-10 是 AD574 与打印机的接口电路。计算机的打印接口有两个写寄存器，一个是数据寄存器，地

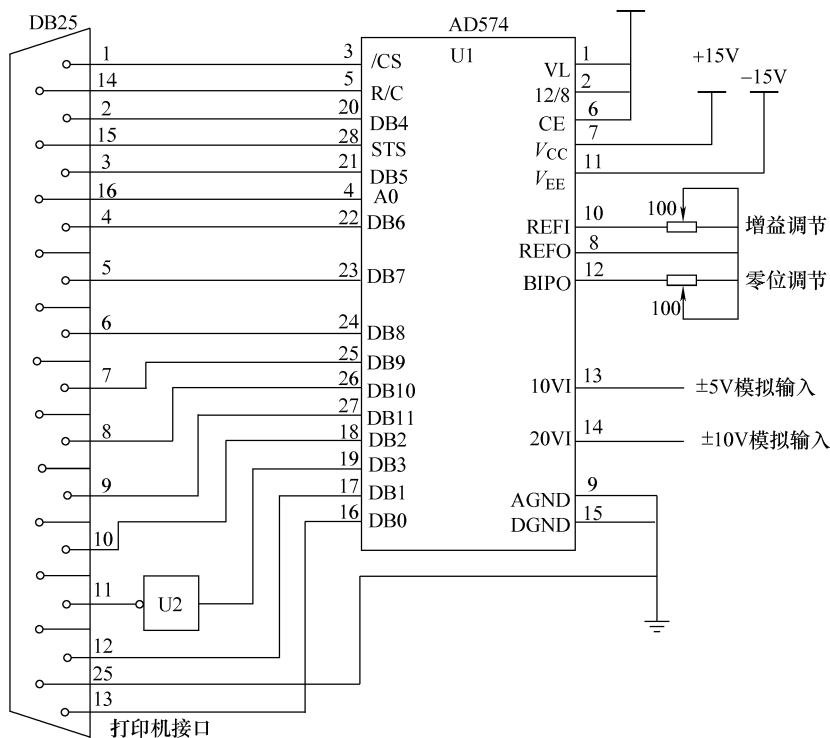


图 27-10 是 AD574 与打印机的接口电路

址为 3BCH；另一个是命令寄存器，地址为 3BEH。还有三个读寄存器：地址为 3BCH 的读数据寄存器，地址为 3BDH 的读状态寄存器和地址为 3BEH 的读命令寄存器。从图中可知，AD574 就挂在打印机接口上，首先通过软件编程，将 OFFH 写入打印机接口的数据寄存器（3BCH），使 DB25 针上的第 2 脚至第 9 脚为上拉正电平；其次，编程启动 A/D，先向打印机接口的命令寄存器写入 03H，使 AD574 上的 CS、R/C 和 A0 均为低电平，启动 12 位 A/D，随后，再向该寄存器写入 04H，使 CS、R/C 和 A0 无效；再次，通过读取状态寄存器（3BDH），来判断 A/D 转换是否结束。当 D3=1 时，A/D 转换正在进行，D3=0 时，A/D 转换已经结束；最后，将 A/D 转换结果读入计算机。

8. DAC0832 的单/双极性电压输出接口电路

DAC0832 是一种具有两个输入锁存器的 D/A 转换芯片，能直接与计算机总线连接。其主要性能如下：分辨率为 8 位；单一电源供电（5~15V）；逻辑输入电平与 TTL 电平兼容。

D/A 转换器输出电路分为电流输出和电压输出两种。电压输出又分为单极性和双极性两种，如图 27-11 所示为 DAC0832 单/双极性电压输出时的接口电路。

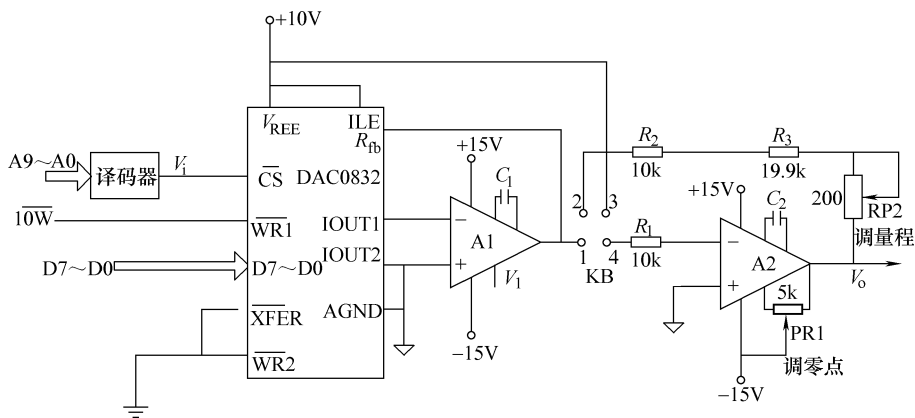


图 27-11 DAC0832 单/双极性电压输出接口电路

图中，DAC0832 的数据输入端与计算机系统的数据总线相连。 $\overline{\text{XFER}}$ 、 $\overline{\text{WR2}}$ 控制信号均接地，ILE 接高电平。短接柱 KB 的 1-2 短接时，则为单极性电压（0~10V DC）输出；KB 的 1-4 和 2-3 短接时，则为双极性（-10V~0~+10V DC）输出。

9. DAC0832 电流输出的接口电路

在过程计算机控制中，通常采用 0~10mA DC 或 4mA~20mA DC 电流输出，如图 27-12 所示。图中

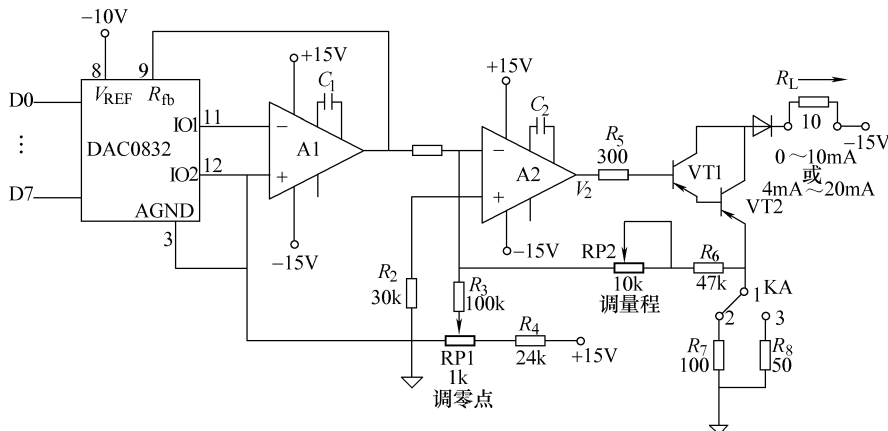


图 27-12 DAC0832 的电流输出电路

D/A 转换器 DAC0832 的输出电流经运算放大器 A1 和 A2 变换成输出电压 V_2 ，再经晶体管 VT1 和 VT2 变换成输出电流 I_0 。当短接柱 KA 的 1-2 短接时，通过调节调零点电位器 RP1 和调量程电位器 RP2，为外接负载 R_L 提供 0~10mA DC 的电流；当 KA 的 1-3 短接时，通过调节 RP1 和 RP2，提供 4~20mA DC 电流。

10. DAC0832 与 8086CPU 的连接电路

DAC0832 以单缓冲形式与 8086CPU 相连接的电路如图 27-13 所示。由于 DAC0832 内部有 8 位数据输入寄存器，可以锁存 CPU 输出的数据，因此，数据总线直接连接到 DAC0832 的 $D_{10} \sim D_{17}$ 上。按单缓冲方式工作， ILE 接 +5V， $\overline{\text{WR}}_1$ 接 CPU 的写信号 $\overline{\text{WR}}$ ， $\overline{\text{CS}}$ 接地址译码器的 $\overline{\text{Y}}_0$ ，使输入寄存器处于受控方式；将 $\overline{\text{WR}}_2$ 和 XFER 直接接地，DAC 寄存器处于直通方式。

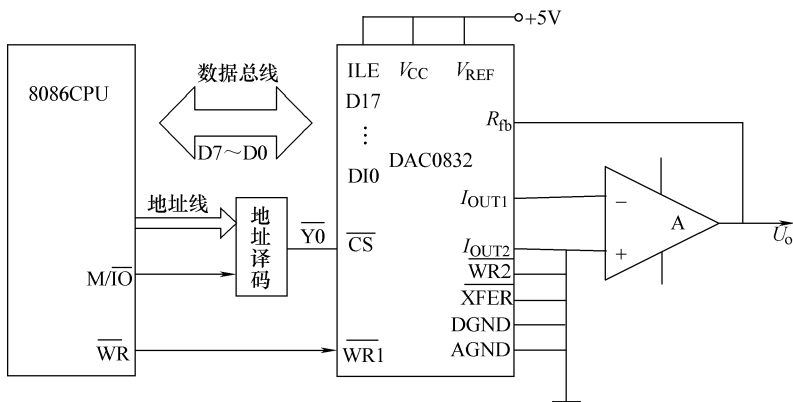


图 27-13 DAC0832 与 8086CPU 的连接电路

(I_{out1} 和 I_{out2})，经运算放大器 A 形成单极性电压 U_0 输出。若 V_{REF} 为 -5V， U_0 为 0~5V；若 V_{REF} 为 -10V， U_0 为 0~10V；若输出负电压，则 V_{REF} 应接正的基准电压。

11. DAC0832 与 8 位 CPU 的连接电路

CPU 与 D/A 转换器之间必须设置接口电路，用来实现数据传送、地址选择和读写控制，如果 D/A 芯片内部无输入寄存器，则还需要外加寄存器，从系统的可靠性出发，在接口上加数据缓冲器是必要的。

图 27-14 是 DAC0832 与 CPU 的接口电路。 $D_0 \sim D_7$ 是从 CPU 过来的 8 位数据线，为了提高数据总线的驱动能力， $D_0 \sim D_7$ 须经过数据线驱动器 U1 (74LS244)，再接到 DAC0832 的数据输入端 ($D_{10} \sim D_{17}$)，

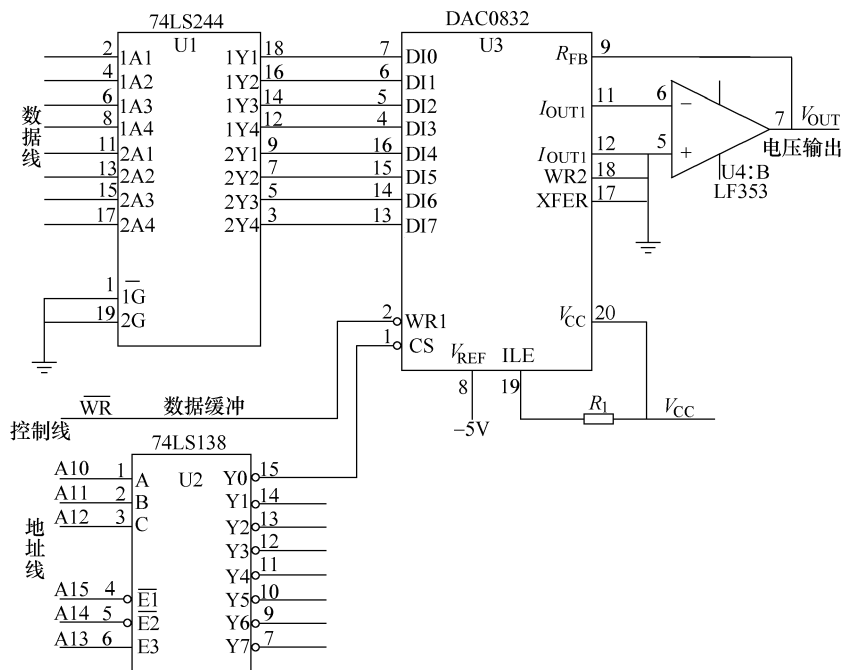


图 27-14 DAC0832 与 8 位 CPU 的接口电路

$\overline{WR}$ 为 CPU 的写控制线；A10~A15 为 CPU 的地址线，经 U2（74LS138）3-8 译码器译码后产生接口地址信号，由于地址线 A0~A9 没有参加译码，图 27-14 中 DAC0832 的接口地址为 2000H~23FFH。当需要进行 D/A 转换时，CPU 只有执行一条输出指令，就可以将被转换的 8 位数据通过 D0~D7 经 U1 传给 DAC0832 的数据输入端 DI0~DI7；并立即启动 D/A 转换，在运放输出端 V_{OUT} 输出对应的模拟电压。

12. DAC1210 与 PC 总线接口电路

DAC1210 与 DAC0832 结构相似，其 D/A 转换的控制方法也相似，可直接与 8 位或 16 位微机的总线连接。其主要性能指标如下：12 位二进制数字分两次输入；电流建立时间 $1\mu s$ ；供电电源 $+5\sim+15V$ （单电源供电）；基准电压 V_{REF} 范围 $-10\sim+10V$ 。

DAC1210 与 PC 总线的连接如图 27-15 所示，由于片内有两级缓冲锁存器，可以直接与 PC 总线连接。DAC1210 的高 8 位数据输入线 DI4~DI11 连接数据总线的 D0~D7，低 4 位 DI0~DI3 连接数据总线的 D4~D7，经电流型输出运算放大器 A1 输出负极性电压，再经运算放大器 A2 进行极性变换，变为正极性电压输出。

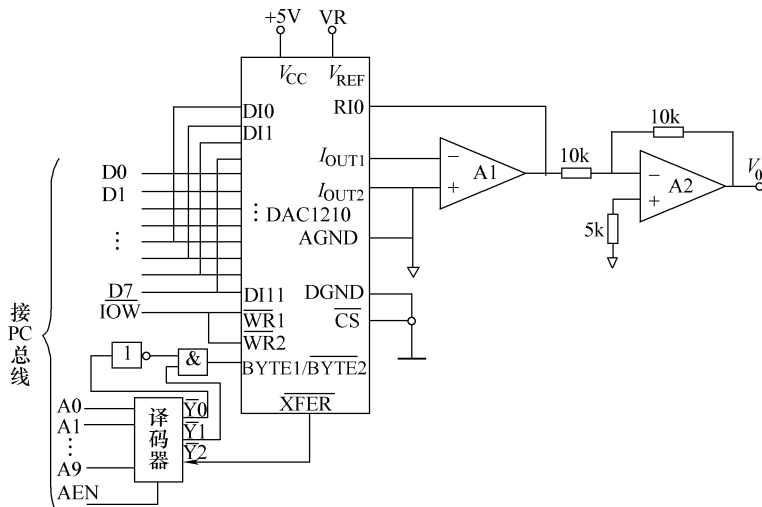


图 27-15 DAC1210 与 PC 的接口电路

13. DAC1210 与 8 位 CPU 的接口电路

图 27-16 是 DAC1210 与 8 位 CPU 的接口电路。为了用 8 位数据线 D0~D7 来传送 12 位被转换数（DI0

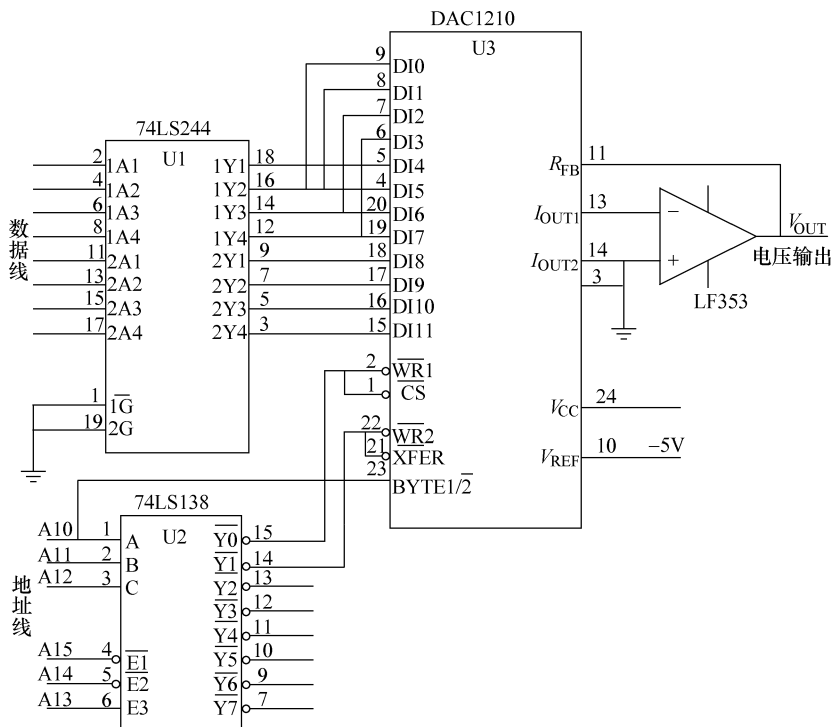


图 27-16 DAC1210 与 8 位 CPU 的接口电路

~DI11), CPU 需分两次传送被转换数。首先将被转换数的低 4 位 (DI3~DI0) 传给低 4 位输入寄存器, 再将高 8 位 (DI11~DI4) 传给 8 位寄存器, 最后将 12 位输入寄存器的状态传给 12 位 DAC 转换器, 并启动 D/A 转换。

14. DAC1210 与 16 位 CPU 的接口电路

选用 16 位或 16 位以上的 CPU 时, 可以一次性地将 12 位数据送给 D/A 转换器, 实施起来很方便; 对于字长只有 8 位的 CPU 来说, 除了上面的分两次送入待转换的数据以外, 还可以采用图 27-17 所示的接口电路, 一次将 12 位数据送给 D/A 转换器。从图中可以看出, D/A 转换的 12 位数据分成高 4 位和低 8 位, 低 8 位通过数据线 (D0~D7) 和 U1 (74LS244) 直接送给 DAC1210 的 (DI0~DI7), 高 4 位是借助地址译码中空闲的地址线 A8~A11 来实现数据传送的, 首先将高 4 位数据赋给 A8~A11 这 4 位地址, 然后对该地址进行写操作, 将低 8 位数据写出, 一次完成 12 位被转换数据的传送。

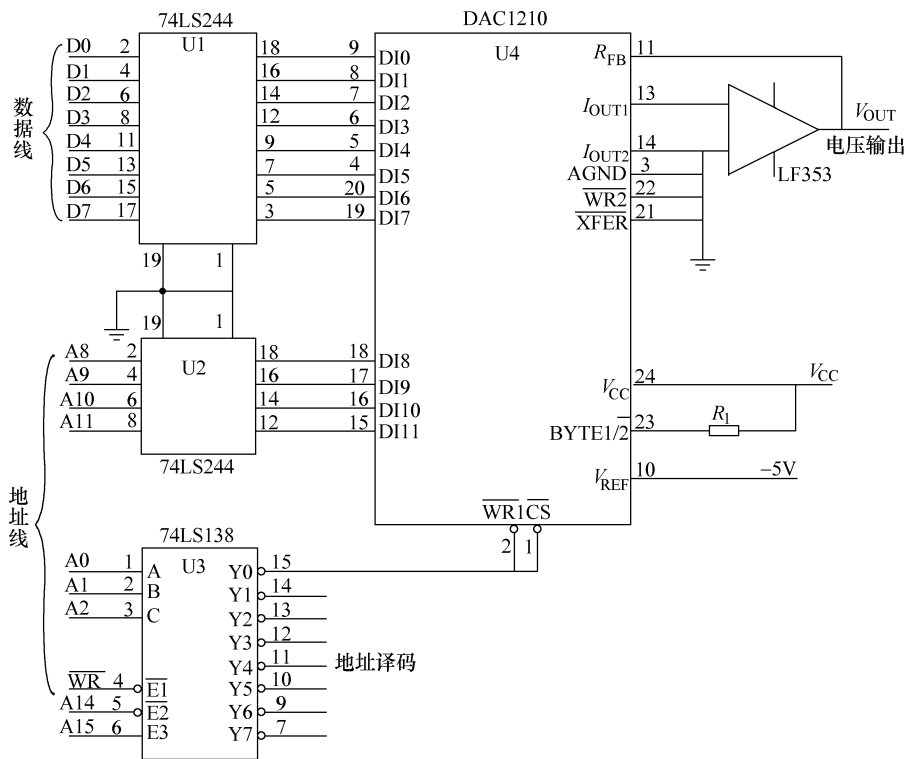


图 27-17 DAC1210 与 16 位 CPU 的接口电路

15. 串行输入 12 位 D/A 转换接口电路

串行输入式 D/A 转换器具有接线少、易隔离、能远传等优点, 可以很方便地与 CPU 连接, 图 27-18 就是它与 INTEL-80C196CPU 的接口电路。从图中可以看出, 它只采用了 4 根线完成 CPU 与 D/A 转换器之间的数字传送, 它们分别是: 串行数据输入线 P27, 清 D/A 输出的控制线 P26, 产生移位信号的时钟线 P25 和将移位寄存器的 12 位数据送至输入

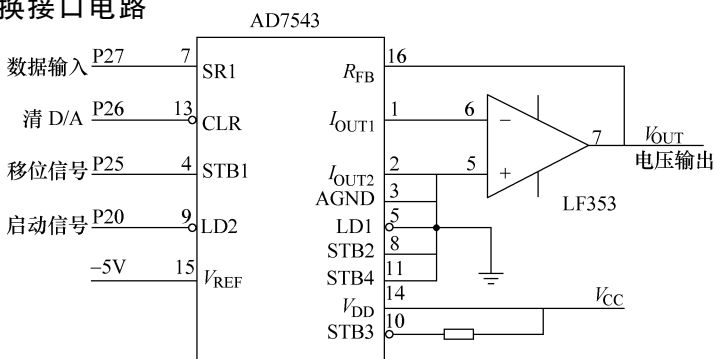


图 27-18 串行输入 12 位 D/A 转换接口电路

寄存器并启动 D/A 转换的选通线 P20。当然,也可以采用不同的方法来实现同样的功能。

16. D/A 转换器的模拟信号光电隔离电路

由于 D/A 转换器输出直接与被控对象相连,容易通过公共地线引入干扰,必须采取隔离措施,通常采用光耦合器,使两者之间只有光的联系,达到隔离的目的。光耦合器是由发光二极管和光敏晶体管封装在同一管壳内组成的,发光二极管的输入和光敏晶体管的输出具有类似普通晶体管的输入-输出特性。利用光耦合器的线性区,可使 D/A 转换器的输出电压经光耦合器变换成输出电流,这样就实现了模拟信号隔离,如图 27-19 所示。该图中转换器的输出电压经两级光耦合器变换成输出电流,这样既满足了转换的隔离,又实现了电压/电流的变换。为了取得良好的变换线性度和精度,在使用中应挑选线性好,传输比相同并始终工作在线性区的两只光耦合器。

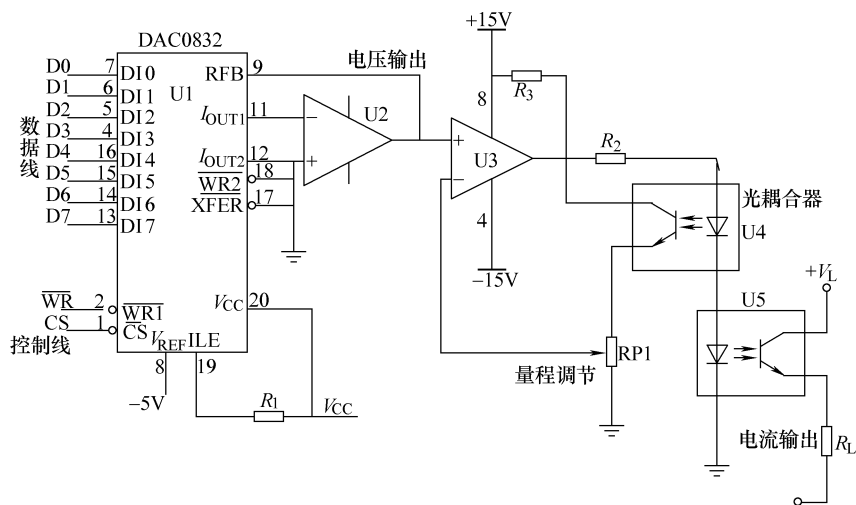
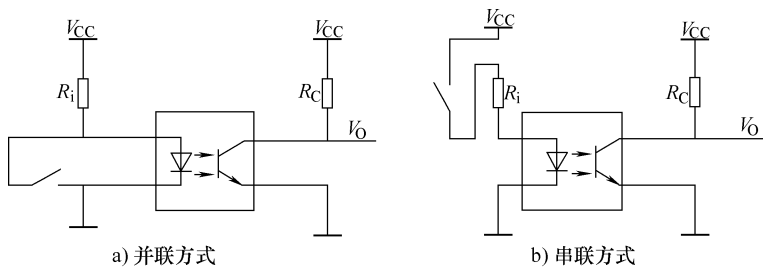


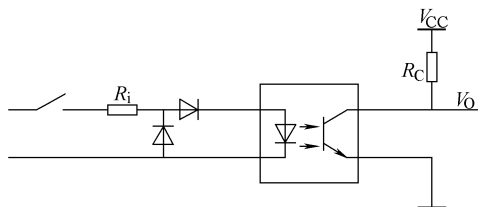
图 27-19 8 位 D/A 转换器的模拟信号光电隔离电路

17. 机械触点开关量的变换电路

图 27-20 是机械触点开关量的变换电路。控制系统自带电源的开关变换电路一般用于开关安装位置离



自带电源的开关量变换电路



外接直流电源开关量变换电路

图 27-20 机械触点开关量的变换电路

计算机控制装置较近的场所, 供电电源为直流 24V 以下, 常用电路有串联和并联两种形式。对于并联电路, 触点闭合时输出 V_O 为高电平, 触点打开时 V_O 为低电。串联电路正好与之相反。外接电源开关量变换电路适合于开关安装在离控制设备较远位置的场合。采用直流电源形式的变换电路时, 其中的二极管为保护元件, 对 R_i 的选择应考虑功率因数。

18. 无触点开关变换电路

无触点开关量指电子开关 (例如固态继电器、功率电子器件、模拟开关等) 产生的开关量。由于无触点开关通常没有辅助机构, 其开关状态与主电路没有隔离, 因而隔离电路是它的信号变换电路的重要组成部分。无触点开关量的采集方式与有触点开关方法相同, 即把无触点开关当作有触点开关, 按图 27-21 方式连接电路即可。需要注意的是, 连接极性不能随意更换。

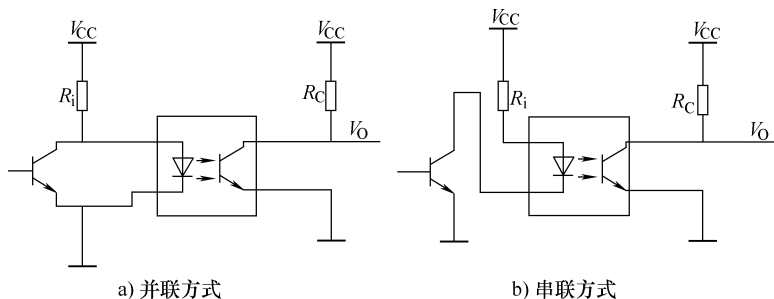


图 27-21 无触点开关变换电路

19. 触点消抖电路

在机械有触点开关中, 当触点闭合或打开时将产生抖动, 使得开关量在动作瞬间的状态很不稳, 若是工作在计数方式或作为中断输入, 将导致系统工作不正常, 因此, 采用触点消抖是必要的。图 27-22 为采用定时器 555 的一种消抖电路。定时器 555 输出作为 D 触发器的时钟, 而 D 触发器的 D 端则与输入相连, 555 工作在单稳态触发器方式, 当触点闭合或打开将触发 555, 产生一个脉冲宽度 $T=0.632RC$ 的脉冲, 只要该脉宽大于触点抖动时间, 在 D 触发器输出端便能获得与输入状态相同、没有抖动的信号。

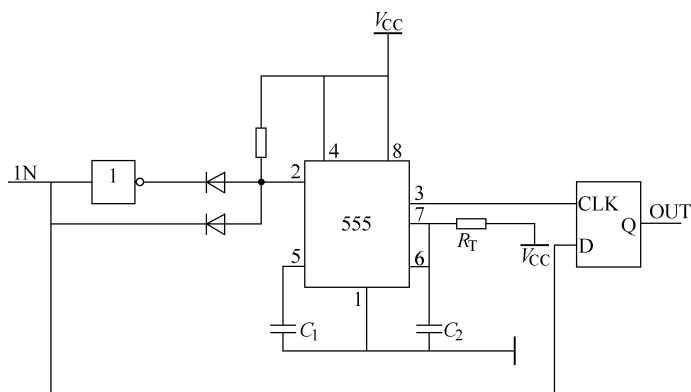


图 27-22 触点消抖电路

20. 开、关状态产生定宽脉冲电路

在许多控制系统中, 有时要求在开关量变化时提供一个宽度稳定的脉冲, 如上跳时产生脉冲、下跳时产生脉冲、上下变时都产生脉冲。采用单稳触发器很容易实现这个功能。如图 27-23 为上下跳变时都产生脉冲的一种电路, 脉冲定宽应注意的问题是: 脉冲宽度应明显小于引起脉冲产生的开关量变化的周期。其中, 555 定时器工作在单稳触发器状态。

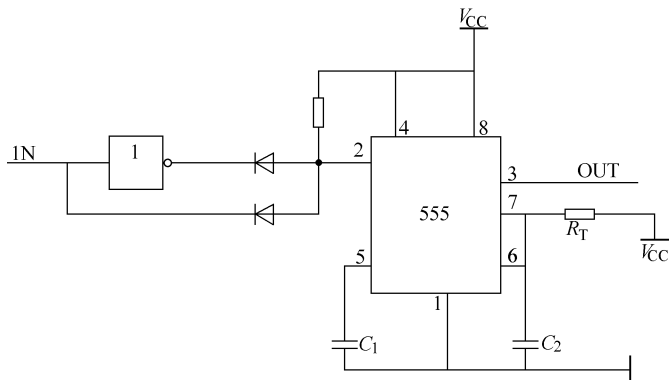


图 27-23 开、关状态产生定宽脉冲电路

21. 回环比较器电路

由于受环境干扰的影响，传输的开关量信号将产生毛刺。带有毛刺的开关量信号会对计算机控制系统的工作可靠性产生一些影响。消除毛刺通常采用施密特触发器（例如 74LS14 等）或集成比较器。图 27-24 为采用比较器的整形电路。该电路具有与施密特触发器相似的特性，门限电平由 $RP1$ 调节，回环宽度由 R_F 调节。

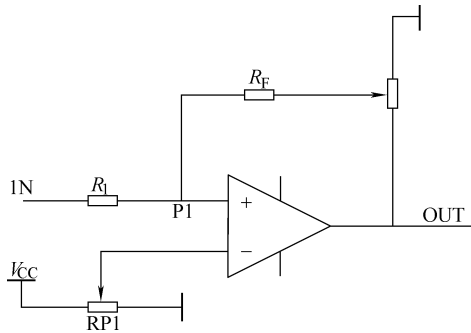


图 27-24 回环比较器电路

22. 定时查询方式下开关量接口电路

在定时查询方式里，CPU 周期性地在规定时刻将开关量状态读入，这种方式对开关量状态变化时刻不能正确反映，其误差大小与读取周期有关。采用定时查询方式的接口非常简单，如果从数据总线读入，只需加入总线缓冲器即可。图 27-25 为采用 74LS244 到接口电路。对于单片机而言，开关量输入信号也可直接与 I/O 接口相连，无需添加接口元件。

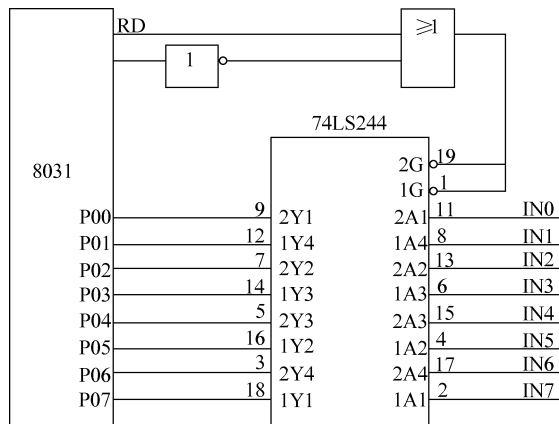


图 27-25 定时查询方式下开关量接口电路

23. 由 8253 与 8031 组成的脉宽测量接口电路

脉宽测量指对开关量输入的某个状态（“1”或“0”）到持续时间进行测量。采用通用接口计数器芯片可以实现脉冲宽度测量，8253 是典型的 8 位数据总线的定时器接口芯片。图 27-26 是 8253 与 8031 组成的脉宽测量接口电路。8253 工作方式由工作方式控制定义，控制字定义如图 27-27 所示，它有 6 种工作方式，可以完成计数、脉冲宽度测量等工作。脉宽测量可采用方式 0 或方式 2 来实现。采用方式 0 时，单片机要查询脉冲状态。采用方式 2 时，可由 GATE 信号产生中断信号，它要求被测脉冲状态为高电平，被测信号接 GATE，而 CLK 接入基准脉冲。

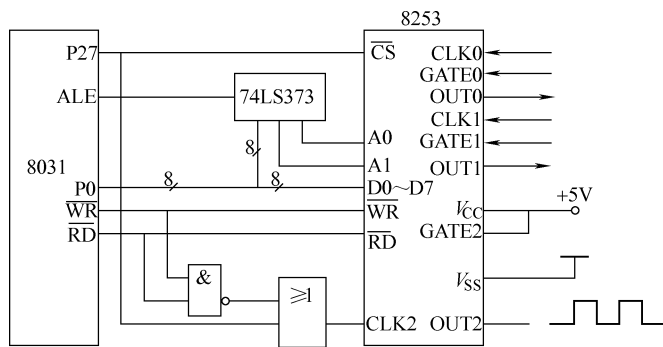


图 27-26 8253 与 8031 的接口电路

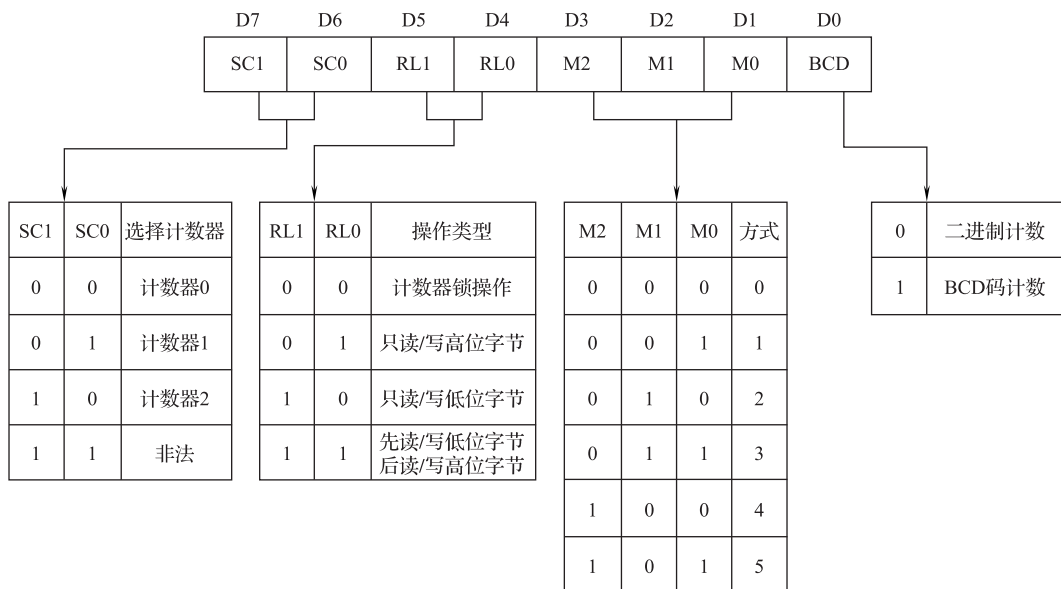


图 27-27 8253 的控制字

24. 8 路开关量输入接口电路

图 27-28 给出了 8 路开关量输入接口的电路图, 从图中可以看出, 开关量信号 S1~S8 用来控制光耦合

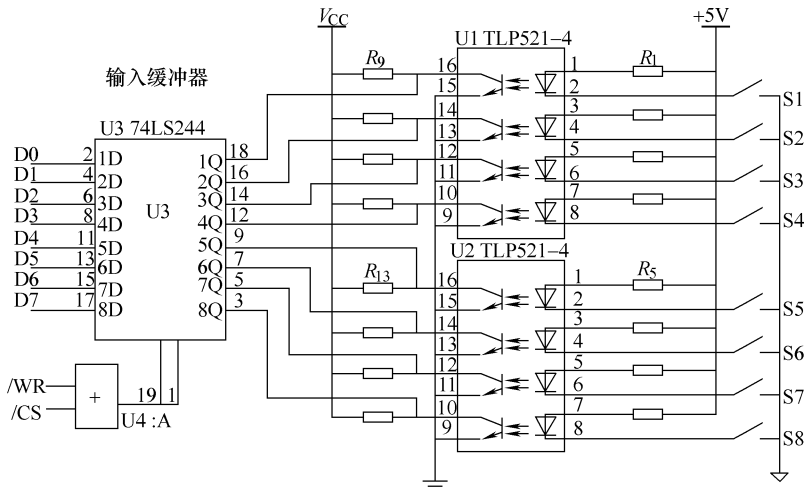


图 27-28 8 路开关量输入接口电路

器件发光二极管的亮灭,当开关闭合时,发光二极管亮,否则灭。通过耦合驱动光敏晶体管,相应地在该晶体管的集电极上送出高电平或低电平。采用光电隔离后,可以有效地克服输入端引起的外界干扰,计算机通过有效地址 (/CS) 和读命令 (/RD),将该 8 位的开关信号读入 CPU 中。

25. 采用 8255 扩充 64 路输入接口电路

在计算机控制系统中,当需要检测的开关量信号路数很多时,就需要扩充很多的输入接口,以便能将所有的开关信号输入到计算机中。采用可编程芯片 8255 扩充输入接口时,每片 8255 有 3 个 I/O 接口,通过编程将其全部初始化为输入工作方式,最多可以输入 24 路开关信号,因此,根据输入开关信号的路数就可以计算出所需 8255 芯片的数量。图 27-29 所示为采用 8255 扩充 64 路输入接口的电路。

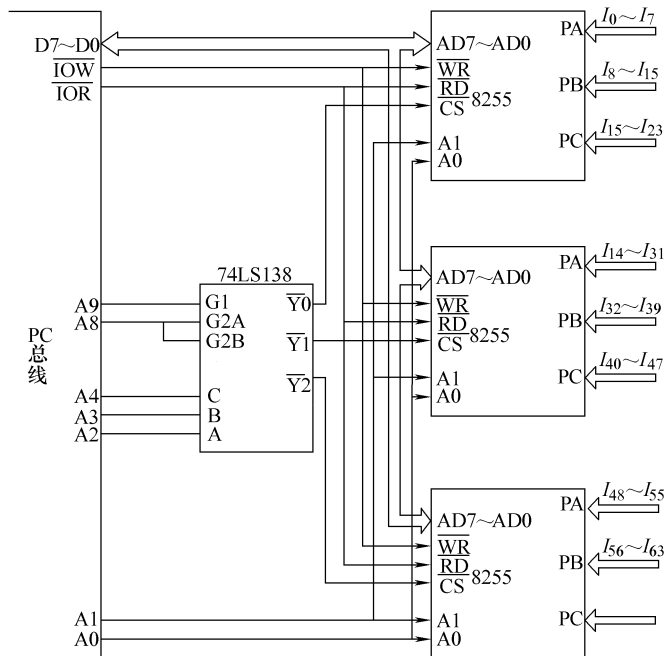


图 27-29 采用 8255 扩充 64 路输入接口电路

26. 采用 74LS244 扩充 24 路输入接口电路

当输入开关量路数不多时,也可以采用普通逻辑器件进行输入接口的扩充。图 27-30 所示为采用 3 片

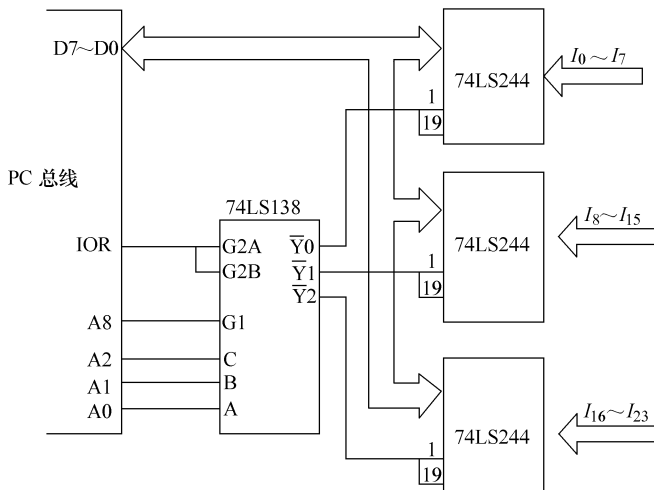


图 27-30 采用 74LS244 扩充 24 路输入接口电路

74LS244 扩充 24 路输入接口的电路。图中, 74LS138 的译码输出作为芯片 74LS244 的输入选通信号, 它们的地址分别为 100H、101H 和 102H。

27. 8 路开关量输出接口电路

图 27-31 给出了 8 路开关量输出接口的电路图。计算机或微处理器通过选择地址有效 ($\overline{CS}$) 和写有效 ($\overline{WR}$), 将要输出的开关量信号写入 74LS574 数据锁存器中, 再经光耦合器 TLP521-4、驱动继电器 J1~J4 或指示灯 LED1~LED4 动作。当输出数字位为“0”状态时, 光耦合器中的发光二极管亮, 光敏晶体管驱动继电器吸合或指示灯亮; 反之, 数字位为“1”时, 发光二极管灭, 光敏晶体管截止, 继电器不吸合或指示灯灭。

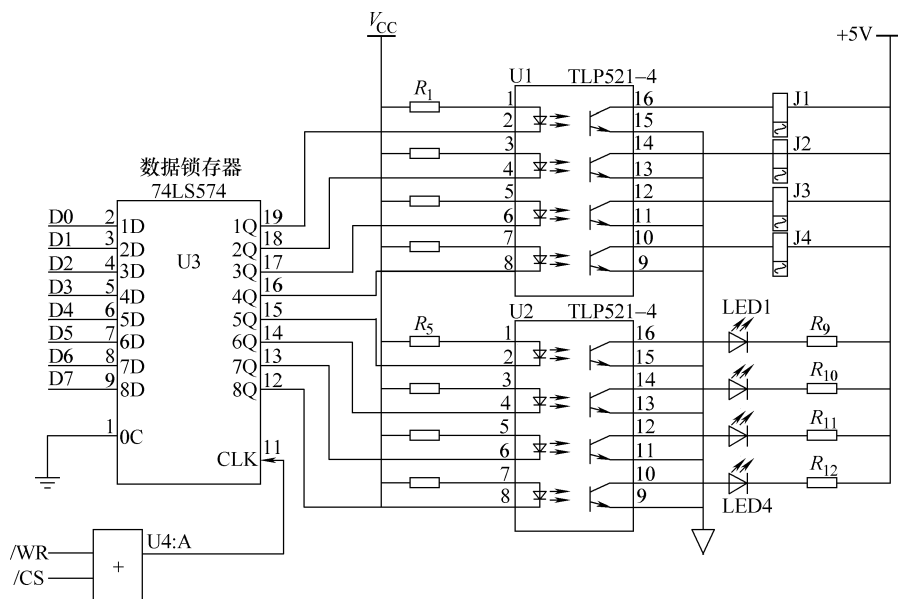


图 27-31 8 路开关量输出接口电路

开关量输出通道与 CPU 的接口可采用 TTL 或 CMOS 逻辑芯片实现。这类芯片有 TTL 和 CMOS 系列锁存器等。图 27-32 是 74LS273 与 8031 的接口电路。

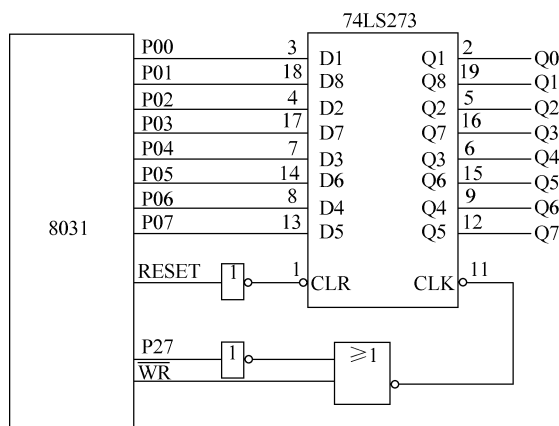


图 27-32 74LS273 与 8031 的接口电路

28. 采用双向晶闸管的交流接触器接口电路

交流电磁式接触器由于线圈的工作电压要求是交流电, 所以通常使用双向晶闸管驱动或使用直流继电

器作中间继电器。如图 27-33 所示就是采用双向晶闸管的交流接触器接口电路。

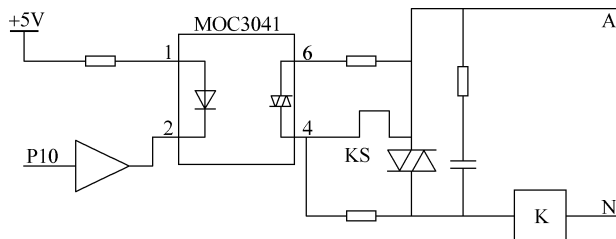


图 27-33 采用双向晶闸管的交流接触器接口电路

其中 MOC3041 为采用双向晶闸管输出的光耦合器，用于触发双向晶闸管 KS。当 P10 为低时，KS 会导通，使交流接触器线圈通电。

29. 晶闸管触发电路

晶闸管触发电路通常采用光电隔离或脉冲变压器来触发，由于晶闸管触发采用脉冲形式，因此触发脉冲可通过软件来产生。晶闸管触发的接口电路如图 27-34 所示。

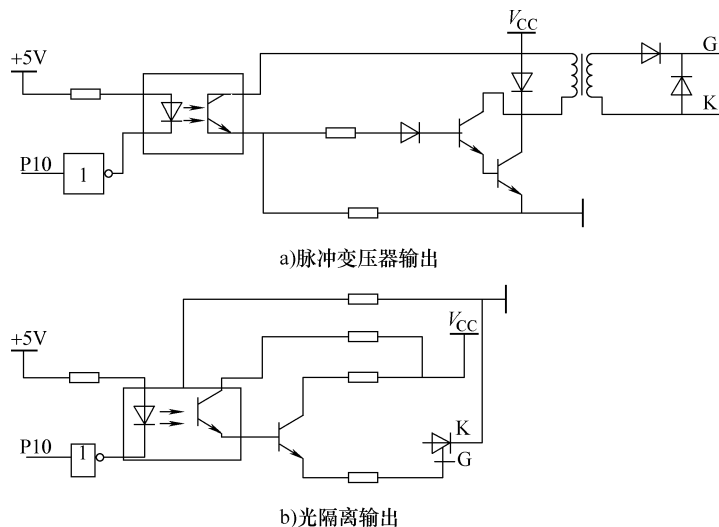


图 27-34 晶闸管触发的接口电路

30. 触点式继电器输出控制接口电路

触点式继电器输出控制接口电路如图 27-35 所示。

当开关量输出端 PA0 输出为高电平时，经反相驱动器 7406 变为低电平，使发光二极管发光，从而使光敏晶体管导通，同时使晶体管 VT 导通，因而使继电器 K 的线圈通电，继电器触点闭合，使交流 220V 电源接通。反之，当开关量输出端 PA0 输出低电平时，继电器触点断开。在图中，电阻 R_L 代表负载，二极管 VD 的作用是保护晶体管 VT。当继电器 K 吸合时，二极管 VD 截止，不影响电路的正常工作。继电器释放时，由于继电器线圈电感的存在，因而储存有电能，这时晶体管 VT 已经截止，所以会在线圈两端产生较高的感应电压。此电压的极性为上负下正，正端加在晶体管 VT 的集电极上。当感应电压与 V_{CC} 之和大于晶体管 VT 的集电极反向电压时，晶体管 VT 就会被击穿而遭损坏。加入二极管 VD 后，继电器线圈产生的感应电流由二极管 VD 流过，钳制住了晶体管 VT 集电极端的电压，因而使晶体管 VT 得到保护。

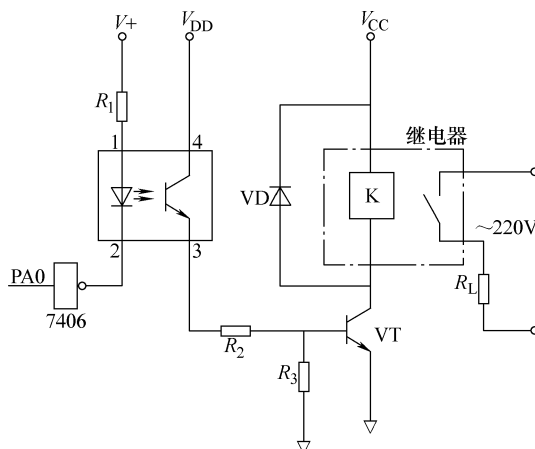


图 27-35 触点式继电器输出控制接口电路

31. 三相步进电动机的控制电路

图 27-36 所示为三相步进电动机的控制电路。

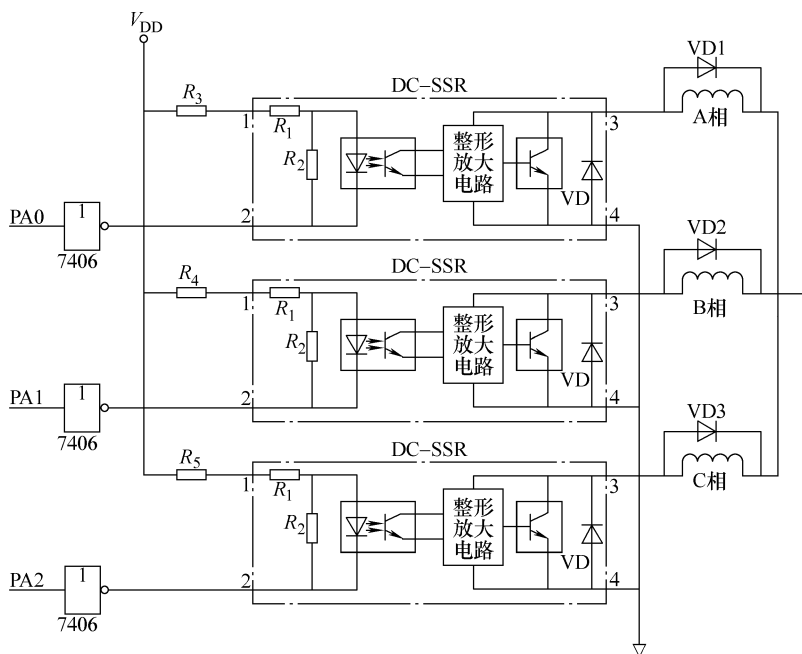


图 27-36 三相步进电动机的控制电路

从图中可以看出，直流型固态继电器 (SSR) 的输入级是一个光电隔离器，当开关量输出端为高电平时，经反相驱动电路后变为低电平，使发光二极管有电流通过并发光，光线使光敏晶体管导通，从而在集电极上产生输出电压，此电压可用来控制外部电路。SSR 的输出级为大功率晶体管，其输出电压可达 30~180V。步进电动机的 A、B、C 三相，每相由一个直流型 SSR 控制，可分别由 8255 的端口 PA0~PA2 来控制。

32. 采用大功率场效应晶体管的步进电动机控制电路

利用大功率场效应晶体管同样可以实现对步进电动机的控制，由于大功率场效应晶体管本身没有隔离作用，使用时为了防止高压对计算机系统的干扰和破坏，在它和计算机系统之间加一级光电隔离器。采用大功率场效应晶体管控制步进电机的电路如图 27-37 所示。

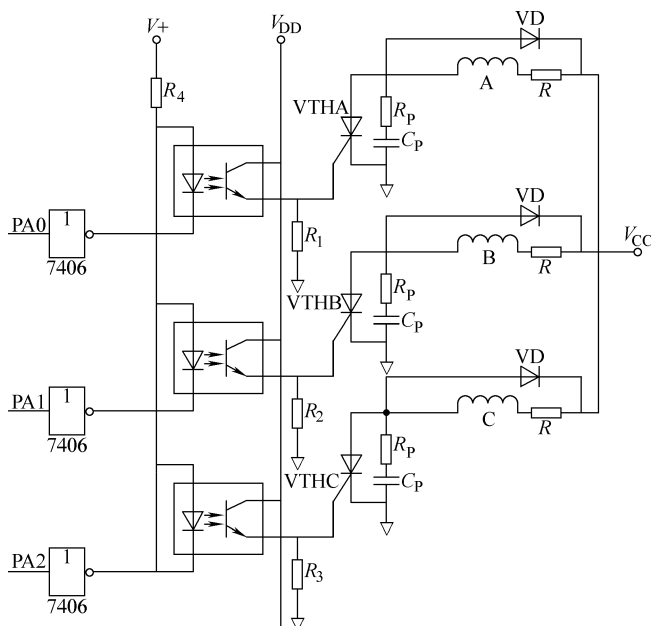


图 27-37 采用大功率场效应晶体管的步进电动机控制电路

图中，当某一控制输出端（如 PA0）输出为高电平时，经反相驱动器 7406 变为低电平，使光电隔离器输出端光敏晶体管饱和导通，从而使电阻 R_1 上端的输出为高电平（接近 V_{DD} ），控制场效应晶体管导通，使步进电机 A 相通电。反之，当 PA0 为低电平时，场效应晶体管截止，A 相无电流通过。改变步进电机 A、B、C 三相的通电顺序，即可实现对步进电机的控制。

33. 双向直流电动机控制接口电路

图 27-38 所示为实现可逆脉宽调速 PWM 系统的双向直流电动机控制接口电路。

图中，8255 的端口 PA0、PA1 经三态门 74LS125 和反相驱动器 7406 控制 4 个光电隔离器和 4 个大功率场效应晶体开关管 S1~S4。

当 PA0 = 0，PA1 = 1 时，锁存器 74LS125 中三态门 G2 被选通，光电隔离器 LE4 输入级导通并发光，光敏晶体管输出为高电平，因而大功率场效应晶体开关管 S4 导通。同理，74LS125 三态门 G4 输出为“0”，使得三态门 G3 的控制端口为 0 电平，因此，三态门 G3 被选通，使光电隔离器 LE1 输入级发光并导通，因而使 S1 导通。基于同样的分析可知，此时 S2 和 S3 是关断的。因此，电流正向流过直流电动机，电动机正转。根据上述分析方法，还可知，当 PA0 = 1，PA1 = 0 时，S2 和 S3 导通，S1 和 S4 关断，电流反向流过直

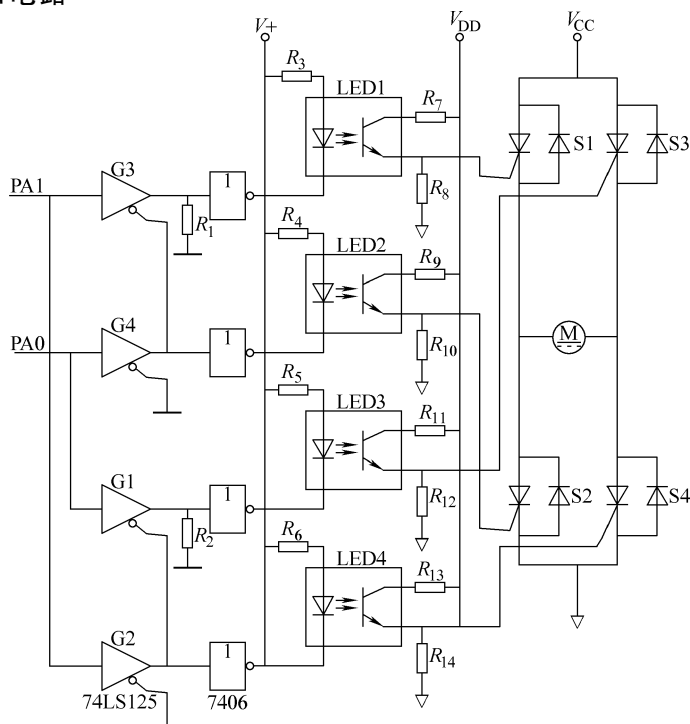


图 27-38 双向直流电动机控制接口电路

流电动机，电动机反转；当 $PA0=1$ ， $PA1=1$ 时， $S2$ 和 $S4$ 导通， $S1$ 和 $S3$ 关断，直流电动机刹车；当 $PA0=0$ ， $PA1=0$ 时， $S1\sim S4$ 全部关断，电动机自由滑行。

为了实现对直流电动机的 PWM 调速，在确定了电动机的运转方式后，通过脉宽调制控制电动机的通电与滑行时间（也就是改变占空比），即可达到对直流电动机调速的目的。

34. 具有 8 个独立式按键的连接电路

独立式按键电路是指直接用输入端口线构成的单个按键电路，常用于需要少量几个按键的计算机控制系统。每个独立式按键单独占用一根输入端口线，各键的工作状态不会相互影响。图 27-39 所示为具有 8 个独立式按键的硬件连接电路。

设 8255 的端口 PA 初始化为输入，每个按键的状态可以通过 8255 的端口 PA 读入。当无键按下时， $PA0\sim PA7$ 输入状态均为 1（高电平）；当有键按下时，则按键对应的端口线输入为 0（低电平）。例如， $S0$ 键按下，则对应的端口线 $PA0$ 输入为 0。由此可知，只要系统程序定时读取端口 PA 的状态，便可以知道有无键按下，并能判断出是哪个键按下，这样就可以做出相应的按键处理。

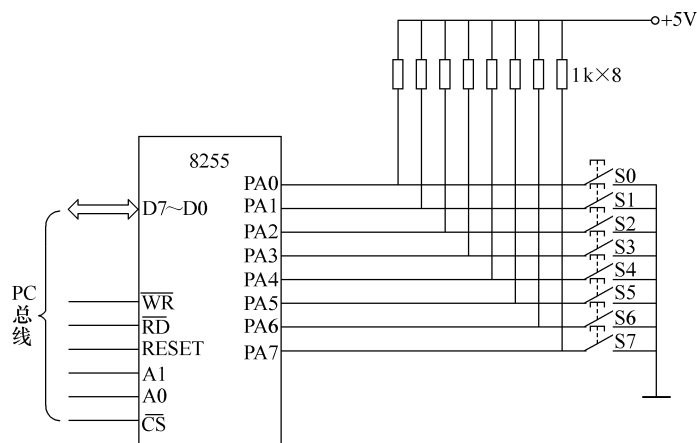


图 27-39 具有 8 个独立式按键的连接电路

35. 采用 8255 端口构成矩阵键盘电路

图 27-40 所示为 8255 端口构成的 4×8 矩阵键盘。图中，8255 的 PA 端口初始化为输出工作方式作为列线使用，PC 端口初始化为输入工作方式作为行线使用。在每一个行线与列线的交叉点处接一个按键，再给每个按键设定一个编号（键值）。可以根据需要，将一部分按键定义为功能键，另一部分按键定义为数字键。

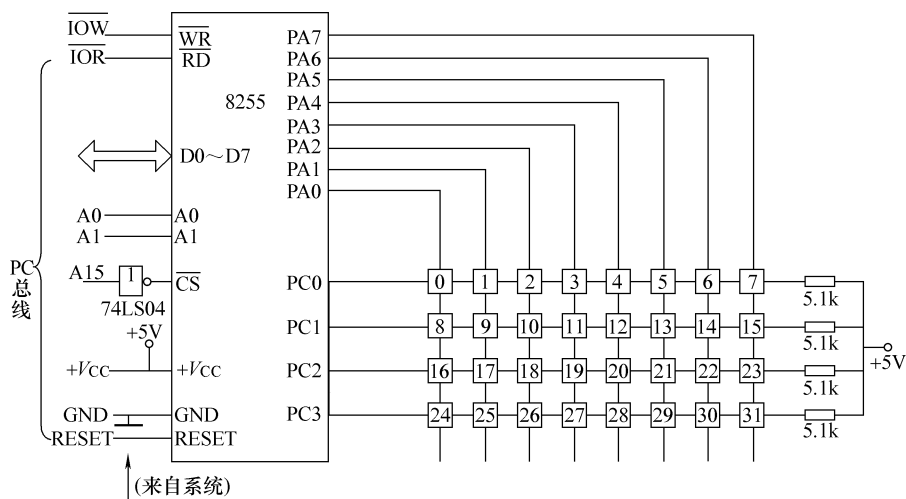


图 27-40 采用 8255 端口构成矩阵键盘电路

定时扫描法的工作过程如下：

- 1) 定时扫描键盘，判断是否有键按下。方法是使列输出线均为低电平，再定时从 PC 端口读入行值，

监视有无键按下。如果读入 PC 端口（行值）的低 4 位值为 OFH，说明没有键按下；如果读入值不为 OFH，说明有键按下；

2) 消除按键抖动。如果有键按下，则延时 10~20ms 后，再次从 PC 端口读入行值，如果此时仍有键按下，则确认键盘有键按下。

3) 求按键键值。方法是对键盘逐列扫描，也就是逐列输出低电平。首先令 PA0=0，然后读入行值，看其是否等于 OFH，若等于说明该列无键按下。再令 PA1=0，如果行值不等于 OFH，说明该列有键按下，则求按键键值。

4) 等待按键释放。为保证按键每闭合一次计算机只做一次处理，程序需等待按键释放后，才做下一次按键的处理。

36. 中断扫描法矩阵键盘电路

图 27-41 所示为中断扫描法硬件原理图。所有的列线输出均为低电平，当没有键按下时，所有的行线上均为高电平，经 4 输入与非门后输出为低电平，再送到中断申请段 IRQ2，这时不会产生中断。当有任意一键按下时，对应该键的行线变为低电平，使得 4 输入与非门的输出变为高电平，这时使 IRQ2 产生正跳变，向 CPU 申请中断。CPU 响应中断后，再调用前述定时扫描法的键盘程序，就可以找到所按的键，做出相应的处理。

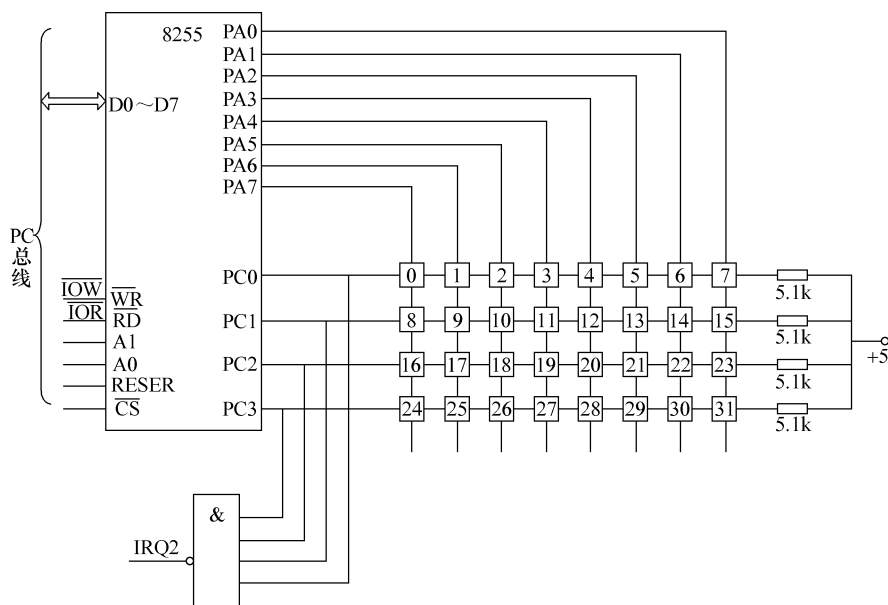


图 27-41 中断扫描法矩阵键盘电路

37. 电阻式触摸屏的接口电路

图 27-42 为 4 线电阻式触摸屏与 ADS7846 的接口电路。

ADS7846 芯片内含模拟电子开关和逐次逼近型 A/D 转换器。通过片内模拟开关的切换，将 X+（或 Y+）端接正电源（V_{CC}），X-（或 Y-）端接地（GND），将 Y+（或 X+）端和 Y-（或 X-）端以差动形式接到 A/D 转换器的输入端。用笔接触触摸屏的不同位置，则由 Y+（或 X+）端输入到片内 A/D 转换器的电压值不同，输入电压经片内 A/D 转换后就得到笔触点的 Y（或 X）输出值，而该输出值与笔触点位置成近似线性关系。因此，ADS7846 的输出数值 X 和 Y（即坐标值）便能描述笔触点在触摸屏上的位置。

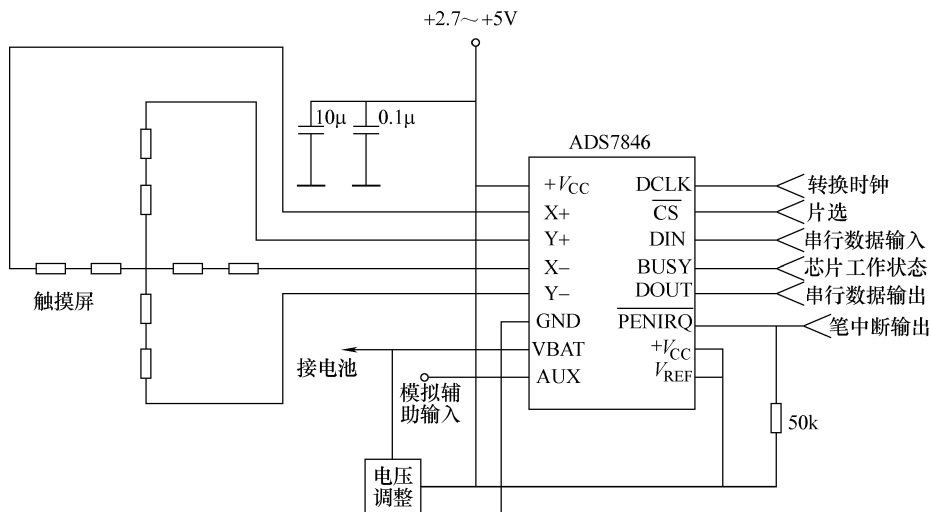


图 27-42 4 线电阻式触摸屏与 ADS7846 的接口电路

38. 6 位动态显示电路

图 27-43 所示为一种典型的 6 位动态显示电路。

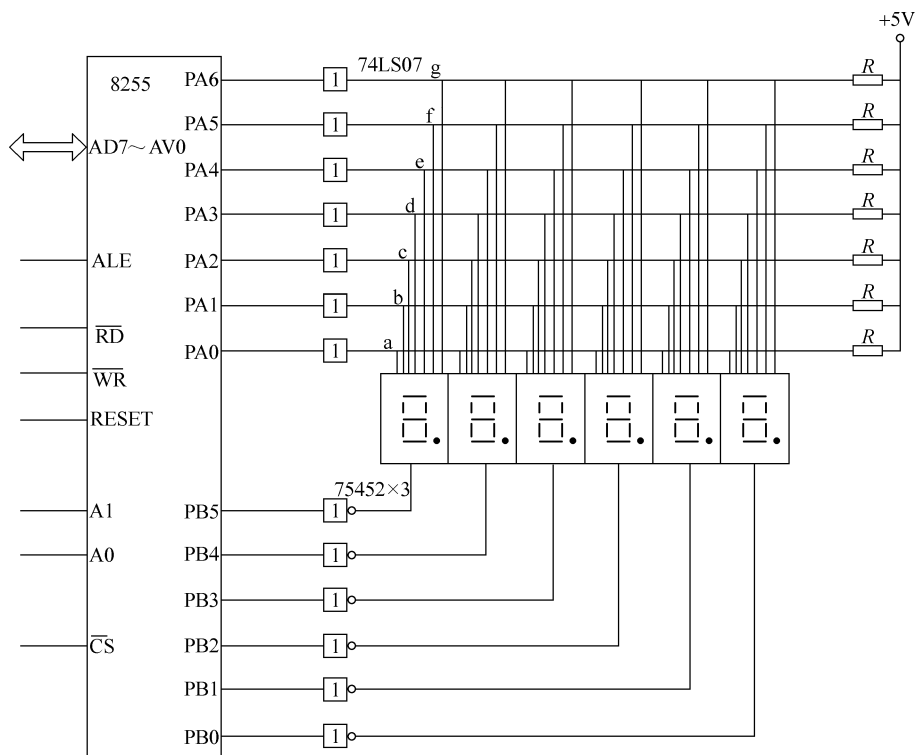


图 27-43 6 位动态显示电路

在图中，用 8255 的 PA 端口输出显示码，PB 端口输出位选码。设显示缓冲区为 DISBUF，则完成对 8255 初始化后取出一位要显示的数（十六进制），利用软件译码的方法求出待显示数对应的 7 段控制显示代码，然后由 PA 端口输出，并经过 74LS07 驱动器放大后送到各显示器的数据总线上。到底哪一位数码管

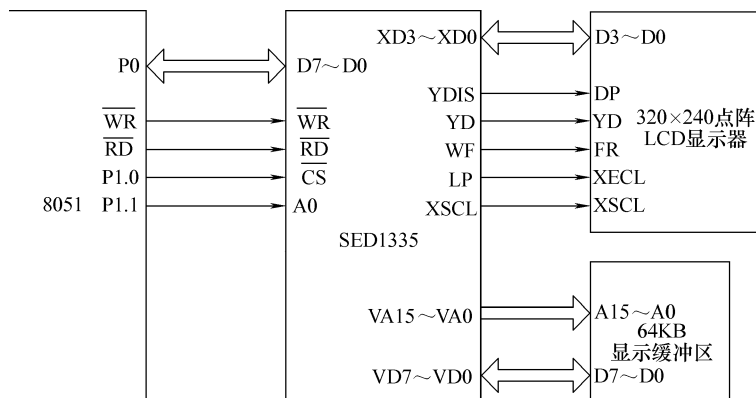


图 27-45 点阵式 LCD 显示器的接口电路

采用 8051 单片机的 P0 端口作为数据端口，用汇编语言进行程序设计时，采用指令 MOVXA, @Ri（即间接访问外部 RAM）的方式与 SED1335 进行数据交换。用 C 语言进行程序设计时，则以指针方式访问 SED1335。

41. 微型计算机对炉窑的控制电路

（1）系统的组成 该系统被控对象为用燃烧天然气加热的 8 座退火炉。天然气烧嘴选用自带空气形式。退火炉用于钢材的热处理，以改变钢材的物理性能。被测参数主要是温度，测量范围为 $0 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。为此，采用 8031 单片机作为主机。其原理如图 27-46 所示，被测参数温度值由热电偶 T-1 测量后得到毫伏信号，经变送器转换成 $0 \sim 5\text{V}$ 电压信号；由多路开关把 8 座退火炉的温度测量信号分时地送到采样/保持器和 A/D 转换器，进行模拟/数字转换；转换后的数字量通过 I/O 接口传送到处理器。在 CPU 中对数据进行处理（数字滤波、标度变换和数字控制计算）后，一方面送去显示，并判断是否需要报警；另一方面与给定值进行比较，然后根据偏差值进行控制计算。控制器输出经 A/D 转换器转换成 $4 \sim 20\text{mA}$ 信号，以带动电动执

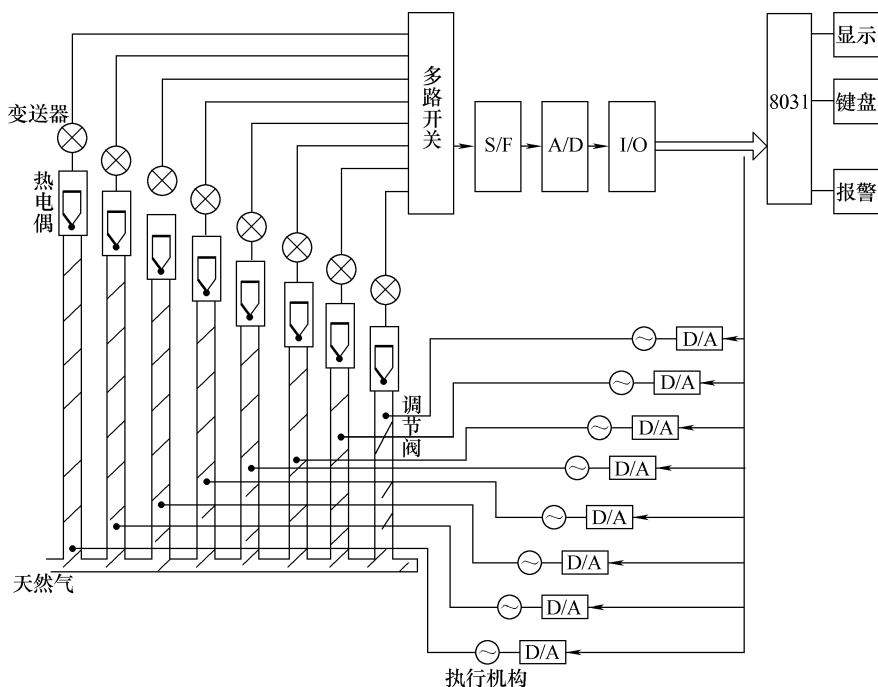


图 27-46 温度控制系统组成框图

行机构动作。当采样值（温度）大于给定值时，把天然气阀门关小，反之将阀门开大。这样，通过改变进入退火炉天然气的流量，达到控制温度的目的。本系统不但可以进行恒温控制，还可以通过软件设计按照一定的升温曲线控制。当系统中某座退火炉发生超低或高限报警时，将发出声光报警信号，提醒操作人员注意，并采取相应措施。

（2）温度控制系统的硬件电路 本系统硬件主要包括温度测量、A/D 转换、单片机系统、键盘操作系统、温度显示电路、报警电路、D/A 转换等部分。

1) 检测元件及温度变送器电路：检测元件采用镍铬-镍铝热电偶，其对应输出信号为 0~41.264mV。温度变送器选用集成一体化变送器，在 0~1010℃时对应输出为 0~5V。使用 12 位 A/D 转换器。其温度-数字量对照见表 27-1。

表 27-1 温度变送器的温度-数字量对照表

温度/℃	1	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1010
热电偶输出/mV	0	4.10	8.14	12.21	16.40	20.65	24.90	29.13	33.29	37.33	41.66
变送器输出/V	0	0.49	0.98	1.47	1.97	2.48	2.99	3.50	4.00	4.48	5.00
A/D 输出	000	191	322	4B3	64E	7F0	991	B33	CCD	E56	FFF

2) A/D 转换器及数据采样：图 27-47 是 12 位 A/D 转换器 AD574 与 8031 到接口电路。被测参数经多路开关 CD4051 选通后，送到采样/保持器的输入端。到底哪一路被选中，由多路开关的选择控制端 C、B、A 以及禁止锁存端 INH 控制。采样/保持器的工作状态由 A/D 转换器的转换结束标志 STS 的状态控制。当 A/D 转换正在进行时，STS 输出为高电平，经反相后，变为低电平，送到 S/H 到逻辑控制端（Logic），使 S/H 处于保持状态，此时即可开始 A/D 转换。转换后的数字量通过 8031 到数据总线分两次读到 CPU 寄存器。

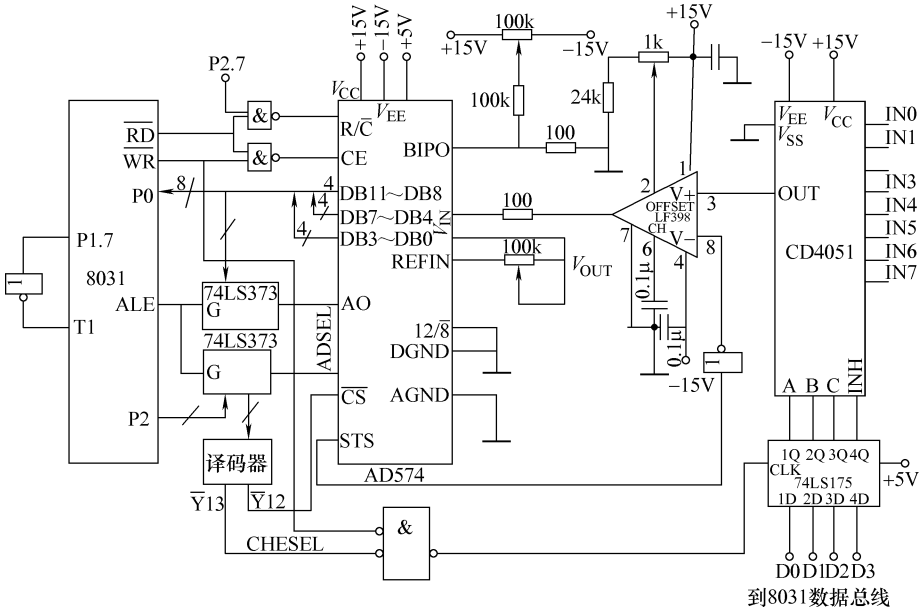


图 27-47 数据采集系统电路

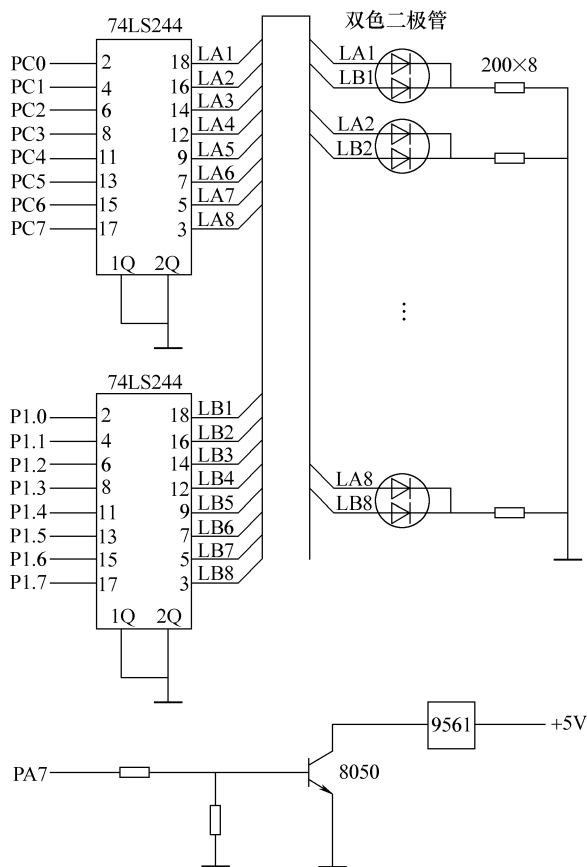


图 27-49 报警接口电路

5) 译码电路：为了使各个接口能正常工作，系统需要对所有端口进行地址分配。根据系统中接口的数量，采用 74LS154，可译出 16 个地址，其接口电路如图 27-50 所示。

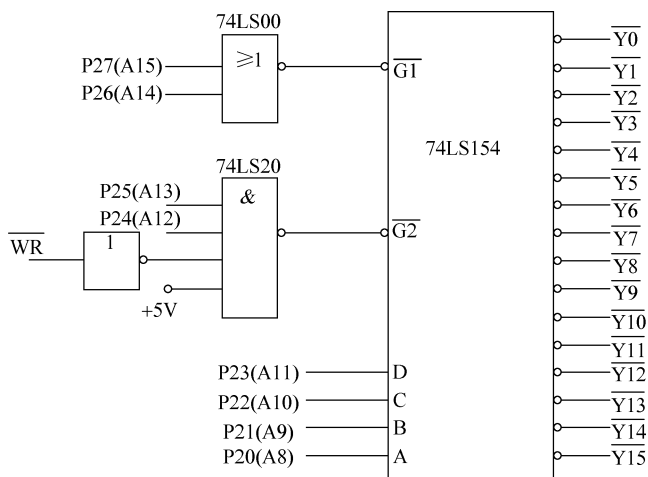


图 27-50 地址译码接口电路

图中，地址总线 A15、A14 控制译码器的控制端 G1。A13、A12 控制译码器的控制端 G2。A11~A8 接译码器选择控制端 D、C、B、A。由此可以分析出各端口地址，见表 27-2。

表 27-2 地址译码器各端口地址

A11	A10	A9	A8	端 口
0	0	0	0	Y0 F00H
0	0	0	1	Y1 F100H
0	0	1	0	Y2 F200H
0	0	1	1	Y3 F300H
0	1	0	0	Y4 F400H
0	1	0	1	Y5 F500H
0	1	1	0	Y6 F600H
0	1	1	1	Y7 F700H
1	0	0	0	Y8 F800H
1	0	0	1	Y9 F900H
1	0	1	0	Y10 FA00H
1	0	1	1	Y11 FB00H
1	1	0	0	Y12 FC00H
1	1	0	1	Y13 FD00H

此外,本系统还设有 8 个 D/A 转换电路,分别将处理器输出给各路的控制量转换成模拟量,送至对应的执行机构。采用 DAC0832,输出为 4~20mA。

42. 智能小区门禁控制电路

门禁系统是对重要的出入通道进行管理的系统。在小区及大楼的出入口安装出入控制装置,可以控制人员的出入,还能控制人员在楼内及相关区域的行动。门禁系统由门禁控制器(MCU)、读卡器、卡片、电控锁、门禁管理软件等组成,系统的各个门禁控制器分散在各个入口处,通过无线通信方式与计算机进行连接,门禁管理软件对门禁控制器进行统一管理,这样就构成了简单的 DCS 系统。

智能小区门禁系统可以完成下面几个功能:

1) 随机密码键盘:用户可以输入自己的序列号和密码进行开门操作,根据 LCD 上 0~9 这 10 个数的位置与键盘的对应关系,用户每次输入完整的卡号和密码并按确认键后,液晶屏上将随机产生 0~9 的排列序列,这在一定程度上避免了序列号和密码被别人窃取。

2) 操作密码和权限:每个操作人员可以修改自己的密码,提高系统的安全性,可以设置操作人员,分别授予不同的操作权限。

3) 小区广播:上位机(服务器)软件发布物业信息、天气预报等小区广播信息,便于小区居民及时查询。

系统的硬件。门禁控制系统主要由射频器、读卡器、门禁控制器、无线数据传输模块、管理中心服务器(管理主机)及其配套门禁管理软件等部分组成,系统的组成框图如图 27-51 所示。现在分别介绍读卡器模块、随机键盘模块、LCD 模块、数据存储模块等。

1) 读卡模块:图 27-52 表示读卡模块的接口电路。其中,门禁控制器采用 AT89C52 单片机,AT89C52 是一个低电压、高性能 CMOS 8 位单片机,片内含 8K 字节的可反复擦写 Flash 只读程序和 256 字节的随机存取数据存储单元,器件采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储技术生产,兼容标准 MCS-51 指令系统,片内置通用 8 位中央处理器和 Flash 存储单元。

读卡器采用 EM 公司的 P4095 模块,它从工作频率为 125kHz 的 EM 卡中读取数据。外接线圈的电感量为 $L=345\text{mH}$,线圈形状为正方形,面积为 81cm^2 ,由直径为 0.21mm 的漆包线绕制而成。

系统上电后,当 EM 卡进入读卡工作区域后,内部 LC 振荡电路产生谐振,内部电容充电并获得 2V 的

模块和液晶显示驱动控制器组成。

TM12864ABA 型点阵液晶显示器是深圳天马公司生产的内置驱动器和控制器的液晶显示模块,分辨率是 128×64 。模块内置了 HD61202 型和 HD61203 型 LCD 驱动器。HD61202 是带显示存储器的图形液晶显示驱动控制器,但是 HD61202 不能独立工作,需要与带振荡器和显示时序的行驱动器 HD61203 才能形成一个完整的液晶驱动和控制系统。

内置 HD61202 图形液晶显示模块与单片机的连接方式为直接访问方式,为了提高 P0 口的驱动能力,并联了 $10\text{k}\Omega$ 的阻排。

TM2864ABA 的工作电路如图 27-53 所示。由于 TM2864 没有内置字库,这时上位管理软件发送信息时需要发送字符的点阵信息。发送点阵信息时数据量大,传输过程中误码增多,效率低。为了提高显示的稳定性和准确性,提高通信效率,本系统中的 LCD 模块自设字库。

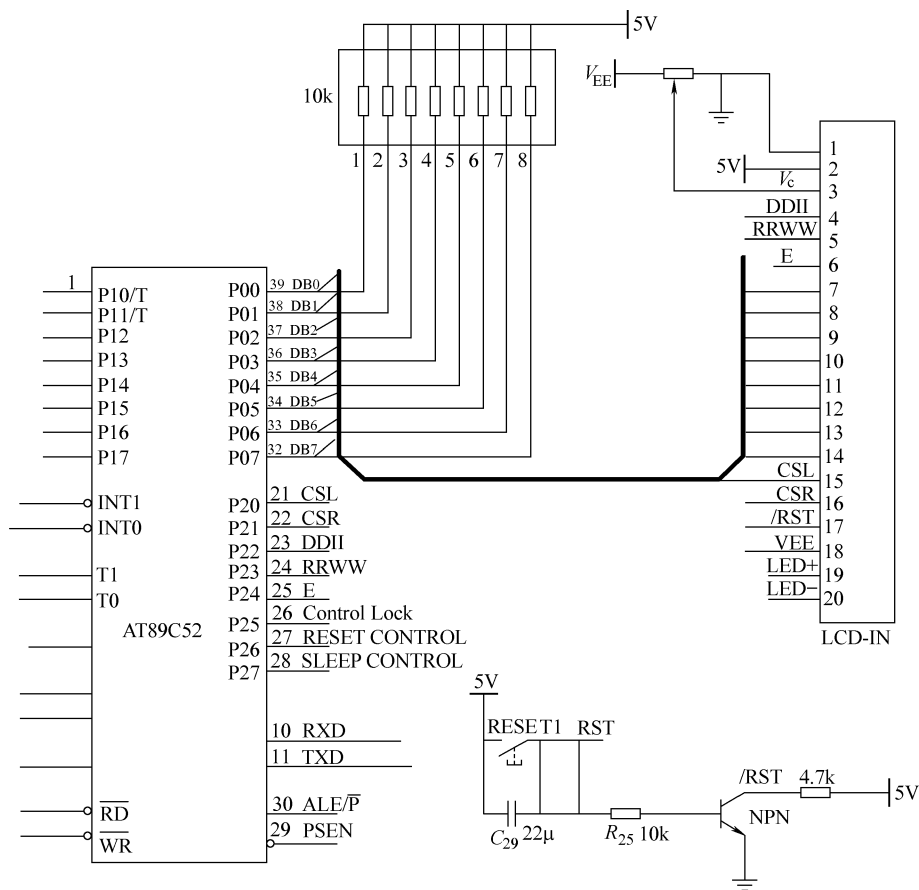


图 27-53 液晶显示接口电路图

3) 数据存储模块:本设计选用 FM24C256 芯片,用于存储刷卡记录、小区广播等信息。FM24C256 是由 Ramtron 公司生产的一种铁电存储器 (FRAM),容量为 256KB,由 2048 个页面组成,每个页面为 128 字节。另外,芯片自带一个 128 字节数据缓冲区,工作频率最高可达 8MHz。它和 AT24C256 容量相同,采用 I^2C 数据传输,总线频率最高可达 1MHz,100 亿次以上的读写次数,功耗低。

FM24C256 工作电压为 5V;具有写保护功能,当 WP 端为高电平时,进入写保护状态;工业级温度范围为 $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$;与 24 系列 EEPROM 产品引脚及时序完全兼容。

FM24C256 为 I^2C 总线上的从器件,接口电路如图 27-54 所示,地址格式见表 27-3。A2、A1、A0 设定为低(扩展存储容量时,需要改变 A2、A1、A0 的设置),地址的最低位为写控制位,该位为“1”表示对从器件进行读操作,为“0”表示对从器件进行写操作。

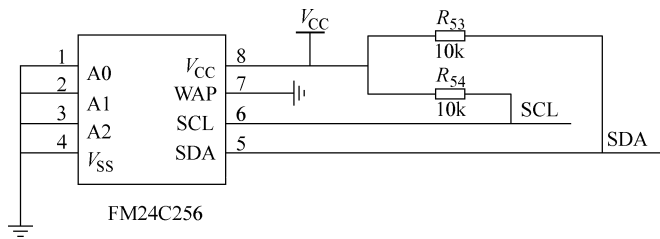


图 27-54 FM24C256 接口电路图

表 27-3 FM24C256 地址格式

DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	1	0	A2	A1	A0	R/W

在控制器 MCU 发送起始信号和从器件地址字节后，FM24C256 监视总线，当其地址与发送从器件地址相符时，响应一个应答信号；根据读写控制位 R/W 的状态执行相应的读/写操作。

MM36SB020 芯片用于存放 16×16 点阵的汉字字库。MM36SB020 的控制指令见表 27-4。

表 27-4 控制指令

指 令	操 作 码	地 址	数 据	说 明
ERSC	90F6H			擦除整个芯片
SR (SREC)	FFFFFFFEH			软件复位
RSE	94H			读状态寄存器
RSB	98H	BA7~BA0		从指定缓冲区单元读一个字节数据
RME	9CH	PA1~PA0; BA7~BA0		从 Flash 存储器读一个字节数据
RMEC	A0H			从 Flash 存储器连续读一个字节数据
RMB	A4H	PA15~PA0		从 Flash 中读一页数据到缓冲区
WEB	A8H	BA7~BA0	D7~D0	写一个字节数据到缓冲区
WEBC	ACH		D7~D0	连续写数据到缓冲区（地址自动增加）
WBMEP	B0H	PA15~PA0		将缓冲区数据写到存储器中指定页（先页擦除再编程）
WBMP	B4H	PA15~PA0		将缓冲区数据写到存储器中指定页（直接编程不擦除）

芯片上电以后，选通信号 IEB 保持低电平时，可向存储器传送指令、地址、写入或读出数据。所有指令、地址、数据的传送都是从低位（LSB）开始。有两个特殊指令：RMEC 和 WEBC。RMEC 是从存储器中连续读数据，它必须在指令 RME 执行之后，再输入 RMEC 指令，不输入地址，由 RME 的地址自动递增；WEBC 指令也一样，必须在 WEB 指令执行之后执行。

MM36SB020 与控制器的单片机连接时，采用 2 线串行总线方式，软件使用查询/控制方式。其硬件连线图如图 27-55 所示。

4) 键盘模块：在门禁系统正常运行的过程中，小区用户在没有携带卡片的情况下需要键入卡号和密码进行开门操作，这就要求系统设计时要设置多个按键的键盘接口，普通的阵列式键盘

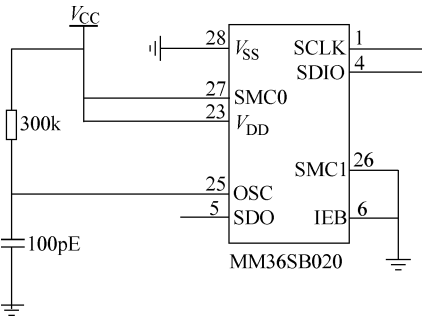


图 27-55 MM36SB020 两线制接线电路图

占有大量的 I/O 资源, 为了减少 I/O 口的数量, 设计中选用了 HD7279A 键盘显示智能芯片。

设计中, 前面板按键设置为 0~9 的 10 个数字键及设置键、上移键、下移键、确认键、返回键、门铃键共计 16 个键。在门内还设有内部开门键, 另外, 设计一个模拟按键。当读卡器读卡成功后, 会驱动继电器闭合, 从而使 K1、K2 连接, 10ms 后继电器闭合, K1、K2 断开, 从而模拟按键动作。接口电路如图 27-56 所示。

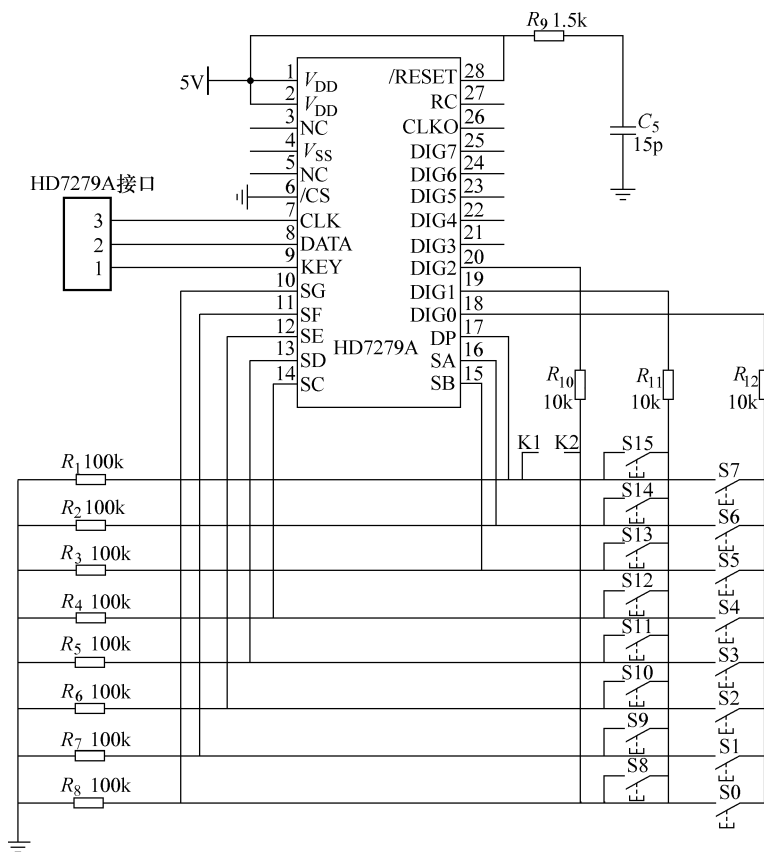


图 27-56 随机密码键盘电路

5) 电控锁驱动电路: 电控锁驱动电路如图 27-57 所示。用户刷卡后, 主控设备接收读卡器信息解码曼彻斯特码, 得到 5 字节长度的卡号, 并判断卡号的合法性, 若卡号合法, 则允许开门, Control Lock 端为低电平, 光电隔离器工作, 驱动继电器的晶体管导通, 继电器线圈得电, 电锁打开, 当 Control Lock 端为高电平时, 继电器掉电, 电锁闭合。

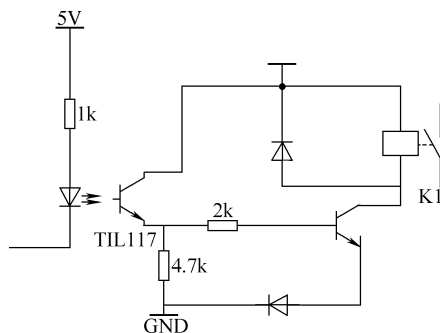


图 27-57 电控锁驱动电路

D/A 转换电路由 DAC0832 及运算放大器 LM358 等组成, 有两个输出通道, 采用单极性电压输出。数字输出范围为: 00H~FFH, 对应电压输出范围为: 0~5V。数字 PID 控制器输出控制量, 对电阻炉的温度进行控制, 其中 5V 对应 200℃, 0V 对应 0℃。DAC0832 的地址为 288H~28BH, 参考电压接稳压块 7805 的输出 +5V, 前一级运算放大器输出为 0~5V, 第二级运算放大器输出为 0~+5V。

D/A 转换电路如图 27-60 所示。

2) 电阻炉驱动及测温电路: 电阻炉驱动及测温电路主要实现温度的测量及被控对象的驱动功能, 其电路如图 27-61 所示。选用镍铬-康铜热电偶作为温度传感器, 通过电位计调整运算放大器的增益, 使温度为 200℃ 时运放的输出为 5V。运算放大器的输出同时经 A/D 转换变成数字量, 再经 D/A 转换后输出给驱动装置。D/A 转换器的输出电压可以控制 TL494 输出的 PWM 占空比, 此电压越大, TL494 输出高电平的时间越长。当

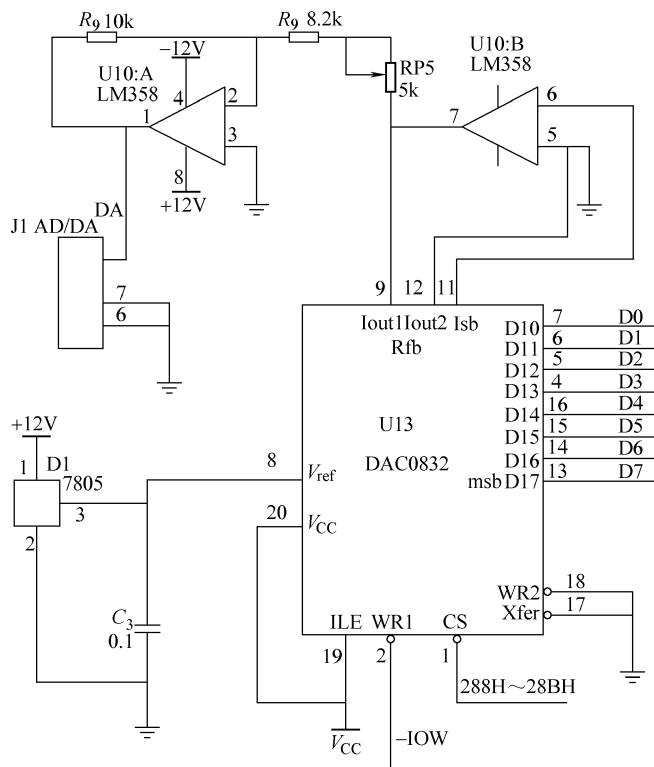


图 27-60 D/A 转换电路

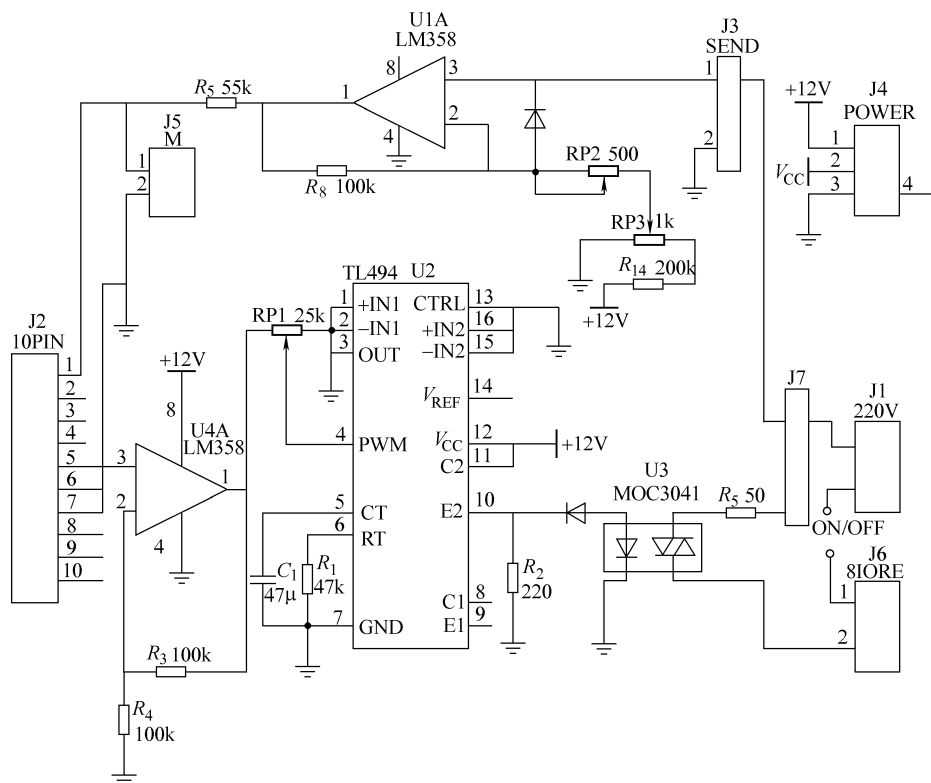


图 27-61 电阻炉驱动及测温电路

TL494 输出为高时，MOC3041 光耦合晶闸管过零触发导通，而 220V 交流电与双向晶闸管串联，因此可以对电阻炉加热；当 TL494 输出为低时，MOC3041 光耦合晶闸管断开，220V 交流电同时断开，停止对电阻炉加热。这样我们就可以通过控制 D/A 转换器的输出来控制 220V 交流电对电阻炉的加热时间，从而控制它的温度。

加热电路中采用 MOC3041 的目的有两个：其一是实现强电与弱电的隔离；其二是实现双向晶闸管的过零触发，从而使流过晶闸管的电流波形为正弦波，减谐波。

参 考 文 献

- [1] 王俊峰. 电子产品开发设计与制作 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [2] 王俊峰. 理工科学生怎样搞毕业设计 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [3] 王俊峰. 机电一体化检测与控制技术 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [4] 王俊峰. 电工与电子技术实验教程 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2001.
- [5] 王俊峰. 现代遥控技术及应用 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [6] 王俊峰. 现代传感器应用技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [7] 王俊峰. 学习电路图的方法与技巧 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [8] 王俊峰. 学电工技术入门到成才 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [9] 王俊峰. 电子产品的设计与制作工艺 [M]. 北京理工大学出版社, 1996.
- [10] 王俊峰. 你问我答学电工 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [11] 王俊峰. 电子制作的经验与技巧 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [12] 王俊峰. 一天一个好电路 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [13] 王俊峰. 电气工程制图与识图 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [14] 王俊峰. 怎样做一名合格的电工 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [15] 王俊峰. 我与读者说电工 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2008.
- [16] 王俊峰. 最新生活电路 283 例 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2008.
- [17] 王俊峰. 家电坏了自己修 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [18] 王俊峰. 学好电工技术 495 个问与答 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [19] 王俊峰. 学电子技术入门到成才 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [20] 王俊峰. 青少年电子制作入门 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2009.
- [21] 王俊峰. 中国十大行业常用电路 [M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2009.
- [22] 王俊峰. 你想著书立说吗 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [23] 王兰君. 电工实用线路速成 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [24] 张庆双. 应用电路大全 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [25] (美) Frank D Petruzeua. PLC 教程 [M]. 3 版. 侯世英, 等译. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [26] 阮友德. 电气控制与 PLC 实训教程 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- [27] 张伯龙. 可编程逻辑控制器实用教程 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [28] 高钦和. PLC 应用开发案例精选 [M]. 2 版. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [29] 廖常初. S7-200PLC 基础教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

相关精品推荐

- 中国十大行业常用电路
- 电工实用电路300例
- 学电子元器件从入门到成才
- 电子电路知识点合订本——显示电路
- 电子电路知识点合订本——负反馈电路
- 电子电路知识点合订本——元器件应用电路高速入门好助手
- 电子电路知识点合订本——单元电路高速入门好助手

ISBN 978-7-111-28151-1

策划编辑：吉玲/封面设计：姚毅

上架指导：工业技术/电子技术

地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销售一部：(010)68326294
销售二部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821

邮政编码：100037
网络服务
门户网：<http://www.cmpbook.com>
教材网：<http://www.cmpedu.com>
封面无防伪标均为盗版

定价：88.00元

ISBN 978-7-111-28151-1



9 787111 281511 >